



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA

PROYECTO TERMINAL

**ENTOMOFAGIA COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA
ADQUISICIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**

**Para obtener el grado de:
Maestra en Salud Pública**

PRESENTA

Oliva Castro Tenorio

**Director de Proyecto Terminal:
Dr. Marco Antonio Becerril Flores**

Codirectora: Mtra. Ana María Tavarez Jiménez

Asesora: Dra. María Molina Trinidad

Pachuca de Soto, Hidalgo, México; Mayo de 2024



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
Área Académica de Medicina
Maestría en Salud Pública**

**ENTOMOFAGIA COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA
ADQUISICIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**

Proyecto terminal de carácter profesional
Que para obtener el grado de:

MAESTRA EN SALUD PÚBLICA

PRESENTA:

Oliva Castro Tenorio

Director De Proyecto Terminal:

Dr. Marco Antonio Becerril Flores

Comité tutorial:

Co-Directora: Mtra. Ana María Tavarez Jiménez

Asesora: Dra. Eva María Molina Trinidad

Pachuca, Hidalgo; Mayo de 2024



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias de la Salud
School of Medical Sciences
Área Académica de Medicina
Department of Medicine
Maestría en Salud Pública
Master in Public Health

Oficio Núm. ICSa/AAM/MSP/136/2024

Asunto: incorporación al Repositorio de Proyecto Terminal

MTRO. JORGE EDUARDO PEÑA ZEPEDA
DIRECTOR DE BIBLIOTECAS Y CENTROS DE INFORMACIÓN
HEAD OF LIBRARY AND INFORMATION CENTER

Por medio del presente, hago constar que el Proyecto Terminal presentado en formato digital, titulado "ENTOMOFAGIA COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA ADQUISICIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS" que presenta la egresada de la Maestría en Salud Pública, OLIVA CASTRO TENORIO con número de cuenta 184470, es la versión final validada por el Comité Tutorial y cumple con el oficio de autorización de impresión, por lo que solicito su integración en el Repositorio Institucional de Proyecto Terminal.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

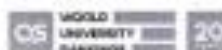
Pachuca de Soto, Hgo., Mayo 16 del 2024



D.A.D.E.S. MARÍA DEL CONSUELO CABRERA MORALES
Coordinadora de la Maestría en Salud Pública
Director of Graduate Studies Master in Public Health

OLIVA CASTRO TENORIO
Autora del Proyecto Terminal

AOCM/rector



Calle Eliseo Ramírez Ufca Núm. 400,
Col. Doctores, Pachuca de Soto, Hidalgo, C.P. 42000
Teléfono: 52 (771) 71 7 20 00 Ext. 41851
mora.saludpublica@uah.edu.mx

uah.edu.mx

D. en C. MARÍA DEL CONSUELO CABRERA MORALES
COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA
Presente.

Los integrantes del Comité Tutorial de la egresada Oliva Castro Tenorio, con número de cuenta 184470, comunicamos a usted que el Proyecto Terminal denominado "ENTOMOFAGIA COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA ADQUISICIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS", está concluido y se encuentra en condiciones de continuar el proceso administrativo para proceder a la autorización de su impresión.



Atentamente,
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Marco Antonio Becerril Flores

Director



Mtra. Ana María Tavares Jiménez

Codirector



Dra. Eva María Molina Trinidad

Asesor



Agradecimientos

A Dios por darme la luz para seguir a pesar de la adversidad, y segundas oportunidades

A mi familia, principalmente a mis padres por acompañarme y no soltarme a pesar de todo

A mi esposo por enseñarme que soy merecedora de amor y alentarme a cumplir mis sueños

A mi comité tutorial, por todo su aprendizaje, tiempo, paciencia y dedicación para ayudarme a titularme

A Marisol, por abrirme las puertas de tu casa y de Caltimacán

Índice

Índice de Gráficas.....	7
Índice de ilustraciones	7
Índice de tablas	8
Abreviaturas	9
Resumen.....	10
Abstract	11
1. Introducción.....	12
Antecedentes Históricos	12
Perfil Epidemiológico Mundial	14
Perfil Epidemiológico Nacional	17
Perfil Epidemiológico Estatal	20
2. Marco teórico	22
I.- ENFERMEDAD DE CHAGAS	22
II.- AGENTE ETIOLÓGICO: <i>Trypanosoma cruzi</i>	35
III.- VECTOR: TRIATOMAS	39
IV.- TRANSMISIÓN ORAL	¡Error! Marcador no definido.
V.- ZONA DE ESTUDIO: Caltimacan	47
3. Planteamiento del problema.....	48
Pregunta de Investigación.....	51
4. Justificación.....	52
5. Objetivos.....	55
5.1 Objetivo General	55
5.2 Objetivos Específicos	55
7. Hipótesis	56
Ho:.....	56
H1:.....	56
8. Material y Métodos.....	57
Fase I	57
Fase II.....	¡Error! Marcador no definido.
9. Aspectos bioéticos	63
10. Resultados	64
Fase I: Encuesta Entomofagia	64
Fase II: Experimental	65
1.- Infección <i>T. longipennis</i> :.....	66
2.- Entomofagia Experimental.....	68
11. Discusión	74
12. Conclusiones	77

13. Recomendaciones	79
14. Limitaciones	79
15. Materiales y Presupuesto	83
16. Referencias bibliográficas.....	84
18. Anexos.....	87

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Incidencia de Enfermedad de Chagas en México 2006-2010, Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. (Carabarin-Lima et.al, 2013))	18
Gráfica 2. Parásitos por campo en ratones que realizaron entomofagia con triatomíneos experimentalmente infectados por <i>T. cruzi</i>	71
Gráfica 3. parásitos por campo en ratones inoculados vía intraesofágica con <i>T. cruzi</i>	72
Gráfica 4. Parásitos por campo en ratones inoculados vía intraperitoneal con <i>T. cruzi</i>	73

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Distribución mundial de casos de infección por <i>Trypanosoma cruzi</i> , basada en estimaciones oficiales y estatus del vector transmisor, 2006-2009, Organización Mundial de la Salud. ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 2. Prevalencia estimada de individuos infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> en México, 2006 (Carabarin-Lima et al. 2013)	19
Ilustración 3. Historia Natural de la Enfermedad de Chagas.....	22
Ilustración 4. Algoritmo de Diagnóstico Parasitológico en Fase Aguda de la Enfermedad de Chagas.....	27
Ilustración 5. Algoritmo de Diagnóstico Serológico en Fase Crónica de la Enfermedad de Chagas	28
Ilustración 6. Ventajas y desventajas de las técnicas de diagnóstico, parasitológico de la Enfermedad de Chagas	28
Ilustración 7. Formas evolutivas de los tripanosomátidos de <i>T. cruzi</i> , (Díaz ML. González CI. 2014)	36
Ilustración 8. Ciclo biológico de <i>Trypanosoma cruzi</i> (Carabarin Lima A. et al, 2011)	38
Ilustración 9. Formas documentadas de transmisión de Chagas por vía oral (Díaz, M. L., & González, C. I. (2014).).....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 11. Infección de <i>T. longipennis</i>	65
Ilustración 12. Resguardo de <i>T. longipennis</i> infectadas.....	65
Ilustración 13.- Sacrificio de modelo murino, con cardiomegalia	70
Ilustración 14. Resultados histopatológicos de ratones que realizaron entomofagia, gota gruesa negativa.	71

Índice de tablas

Tabla 1. Algoritmo de Dos Pruebas, Interpretación en paralelo, Resultados esperados, y su Interpretación ...	29
Tabla 2. Guía para el Diagnóstico de la Enfermedad de Chagas	29
Tabla 3. Eventos Adversos Durante el Tratamiento de la Enfermedad de Chagas, según el manual de diagnóstico y tratamiento de la enfermedad de Chagas en México	33
Tabla 4.. Claves Entomológicas de Triatomíneos Distribuidos en el Estado de Hidalgo. (Lent Herman and Wygodzinsky Pedro, 1979)	40
Tabla 5. Indicadores Entomológicos. Fuente: Guía Metodológica de Estudios Entomológicos para Triatomíneos, Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Desastres.	41
Tabla 6. Alineación con el PND 2013-2018 del Programa de Acción Específico Prevención y control de la Enfermedad de Chagas 2013-2018.....	46
Tabla 7. Alineación con el Programa Sectorial de Salud 2013-2018 del Programa de Acción Específico Prevención y control de la Enfermedad de Chagas 2013-2018	46
Tabla 10. Infección natural de triatomíneos longipennis en laboratorio 13/10/16	66
Tabla 11. Segunda infección natural de triatomíneos en laboratorio 19/01/17	67
Tabla 12. Preexperimento de entomofagia en ratones	68
Tabla 13. Repetición de preexperimento de entomofagia en ratones	68
Tabla 14. Entomofagia con T. longipennis previamente infectadas cepa El Ahorcado.....	69
Tabla 15. Experimento de entomofagia con R. prolixus cepa Cacateco.....	70

Abreviaturas

ADN.- Ácido Desoxirribo Nucleico

BNZ.- Benznidazol

DTUs.- Unidades Discretas de Tipificación

EC.- Enfermedad de Chagas

ELISA.- Inmuno Ensayo Enzimático

EM.- Epimastigote Metacíclico

HAI.- Hemoaglutinación indirecta

IFI.- Inmunofluorescencia indirecta

IgG.- Inmunoglobulina G

IgM.- Inmunoglobulina M

INDRE.- Instituto Nacional de Referencia Epidemiológica

LESP.- Laboratorio Estatal de Salud Pública

LV.- Ventrículo izquierdo

OMS.- Organización Mundial de la Salud

OPS.- Organización Panamericana de la Salud

PCR.- Reacción en Cadena de la Polimerasa

T. barberi.- *Triatoma barberi*,

T. cruzi.- *Trypanosoma cruzi*

T. dimidiata.- *Triatoma dimidiata*

T. gerstaeckeri.- *Triatoma gerstaeckeri*

T. mexicana.- *Triatoma mexicana*

TM.- Tripomastigote Metacíclico

TS.- Tripomastigote Sanguíneo

Resumen

Objetivo: Demostrar el riesgo de transmisión de *T. cruzi* por la práctica de la entomofagia de triatominos en una población murina.

Material y Métodos: *Fase I: Transversal*, se diseñó y aplicó una encuesta sobre entomofagia a población de zona endémica de Caltimacán, Hidalgo, estructurada. El instrumento se diseñó para la obtención de datos cuantitativos de entomofagia, que comprende de 17 reactivos, que analizan el conocimiento del vector, si practican entomofagia y diferentes formas de transmisión oral. *Fase II:* Se trata de una fase experimental, para demostrar la causalidad de la entomofagia como vía de transmisión oral. Se distribuyeron 5 ratones machos, cepa CD-1 en 4 grupos diferentes: control positivo por vía intraperitoneal, control negativo, infección vía intragástrica, infección por entomofagia. Transcurridos 4 días de la inoculación, se analizó sangre periférica por medio de frotis de gota gruesa, realizándolo cada 4 días. Se tomó biopsia de miocardio al momento de fallecer los ratones, tanto en período de observación, así como al final de éste.

Resultados esperados: Entomofagia en ratones, seropositividad en ratones. Asociación entre entomofagia y riesgo de transmisión de Enfermedad de Chagas.

Palabras clave: Entomofagia, Enfermedad de Chagas

Abstract

Material and Methods: Phase I: Cross-sectional, a structured survey on entomophagy was designed and applied to the population of the endemic area of Caltimacán, Hidalgo. The instrument was designed to obtain quantitative data on entomophagy, which includes 17 items that analyze knowledge of the vector, whether they practice entomophagy, and different forms of oral transmission. Phase II: This is an experimental phase, to demonstrate the causality of entomophagy as a route of oral transmission. 5 male mice, strain CD-1, were distributed into 4 different groups: positive control via intraperitoneal route, negative control, infection via intragastric route, infection by entomophagy. Four days after inoculation, peripheral blood was analyzed by means of thick blood smears, performed every 4 days. Myocardial biopsy was taken at the time of death of the mice, both during the observation period and at the end of it.

Expected results: Entomophagy in mice, seropositivity in mice. Association between entomophagy and risk of transmission of Chagas Disease.

Keywords: Entomophagy, Chagas Disease

1. Introducción

Antecedentes Históricos

La enfermedad de Chagas, también conocida como tripanosomiasis americana, fue descrita por Carlos Chagas a inicios del siglo XX, en 1909, en Lassance, Minas Gerais, Brasil. Al describir un nuevo parásito, *Trypanosoma cruzi*, describiendo detalladamente su ciclo de transmisión, vector y reservorio, -incluso antes que la enfermedad-, así como las manifestaciones clínicas agudas del primer caso en humanos, que posteriormente se bautizó con su nombre en su honor, ha sido el único caso en el que se ha descubierto primero el agente etiológico y el transmisor antes que la enfermedad, y, todo por un mismo investigador. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009) (Solórzano-Santos, 2008)(Gómez Gómez, Muñoz Juárez, & Ortiz Espinosa, 2006)(de Haro Arteaga, 2003) (Belaunzarán, 2015)

Sin embargo, estudios de paleoparasitología realizados en momias humanas, han permitido recuperar el ADN de *T. cruzi* en ellas, lo cual indica que la enfermedad de Chagas afectaba a la humanidad desde hace 9 000 años. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009)

En México, Hoffman reporta por primera vez al vector, su abundancia y domiciliación en 1928, en Veracruz; el primer reporte de triatomíneos naturalmente infectados es en 1936 por Mazzotti, así como el primer reporte de enfermedad de Chagas, en 1940, en Tejomulco-Oaxaca. El primer estudio clínico-serológico en México se llevó a cabo en 1946 por Laranja y col. en Apatzingán, Michoacán. En

1947, Aguirre-Pequeño describió el primer reservorio silvestre de *T. cruzi* en México: un tlacuache y un armadillo. En 1949, Beltrán y Pérez-Reyes, describen a la rata de alcantarilla como infectada por *T. cruzi*. En 1956-1967, Biagi y col., y Tay y col., describieron los dos primeros casos de miocardiopatía chagásica comprobado parasitológicamente. En 1972, en Yucatán, el Nifurtimox fue usado por primera vez como tratamiento. Tay y col. describen en 1979 a ardillas de tierra y ratones infectados por *T. cruzi*. En la década de los 80's, Velasco-Castrejón y Guzmán-Bracho utilizaron por primera ocasión antígenos estandarizados anti-*T. cruzi*, provenientes de Argentina, y -entre otros estudios-, realizaron el extraordinario estudio del brote de Tuxcueca, Jalisco -1986-: en el que enferman 9 de 12 personas en 2 semanas. En 1981, Tay y col. describieron el primer caso de megacolon en México. Velasco-Castrejón y col., realizan en 1988-1989 la Encuesta Seroepidemiológica Nacional, --con seroprevalencia de 1.6%-, con la elaboración del primer antígeno mexicano estandarizado para el diagnóstico de anticuerpos contra *T. cruzi*. Además, se inició a capacitar a personal de Bancos de Sangre Estatales para el uso de los antígenos estandarizados producidos en el INDRE, para el control de los hemodonadores. En 1990 se hace obligatoria la notificación de casos de enfermedad de Chagas. En 1996, Guzmán-Bracho y col. describen el primer y único caso de Chagas congénito en México (Michoacán), diagnosticado en forma fortuita. En el 2001, se hace obligatorio el tamizaje anti *T. cruzi* en los bancos de sangre. (Solórzano-Santos, 2008),(Velasco-Castrejón & Rivas-Sánchez, 2008)(de Haro Arteaga, 2003)

Perfil Epidemiológico Mundial

Es considerada una enfermedad exclusiva de las Américas, distribuyéndose desde México hasta Argentina, considerándose endémica en los países Argentina, Belice, Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Salvador, Ecuador, Guatemala, ambas Guyanas, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Venezuela, Suriname y México. Sin embargo, también se encuentra más frecuentemente el diagnóstico en países como Canadá, Estados Unidos, Australia, Europa y Japón. Predomina en zonas rurales y suburbanas. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009),(Solórzano-Santos, 2008),(Gómez Gómez et al., 2006),(Organización Mundial de la Salud, 2010)

Actualmente, ha habido un descenso de casi la mitad del número de pacientes que se estima que albergan *T. cruzi*, pasando de 16-18 millones en los 90's, a unos 8-10 millones de personas actualmente. Además, se estima que la incidencia de nuevos casos de infección disminuyó de 700.000 casos por año para 1983, a 200.000 casos por año en 2000, hasta llegar a 50.000 casos por año en la actualidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS), señaló que en 2008 ocurrieron 11,000 defunciones. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009),(CENAPRECE, 2015)

(Ilustración 1)

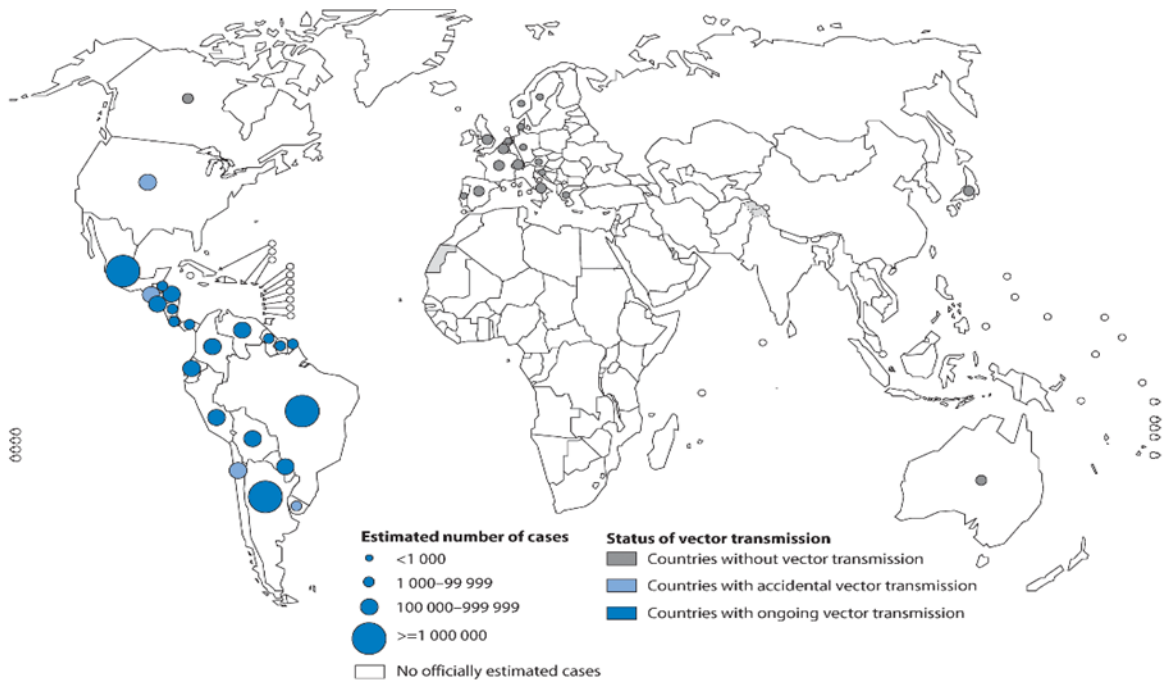


Ilustración 1: Distribución mundial de casos de infección por *Trypanosoma cruzi*, basada en estimaciones oficiales y estatus del vector transmisor, 2006-2009, Organización Mundial de la Salud.

Además del control del vector, la transmisión de la enfermedad de Chagas también se ha reducido a través de un examen de detección riguroso y de amplio alcance de la infección por *T.cruzi* en donantes de sangre y de órganos. Sin embargo, la enfermedad de Chagas sigue siendo la tercera enfermedad parasitaria más importante en el mundo, después del paludismo y la esquistosomiasis, y la de mayor importancia en América Latina. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009) (Ballinas-Verdugo, López-Olmos, & Vallejo, 2011).

Desde el 2000, la OMS declaró a la enfermedad de Chagas como la enfermedad parasitaria de mayor relevancia en América Latina, debido a su morbi-mortalidad, así como por su importancia económica, ya que, de manera individual, supera a todas las demás enfermedades parasitarias y se ubica como la tercera

enfermedad infecciosa de importancia en la región después del SIDA y la tuberculosis (Ramsey et al., 2003).

Entre los factores que complican la interrupción definitiva de la transmisión de *T. cruzi*, es que ésta transmisión ha evolucionado de su forma en zoonótica primitiva a una antropozoonosis generalizada, ya que el parásito se disemina a través de diversos ecotopos selváticos alterados progresivamente por el ser humano, en regiones como la Amazonia y el Chaco, haciendo que el resurgimiento de la infección aguda por *T. cruzi* puede ser de gran importancia, como es evidente por los recientes reportes de más de 400 casos agudos, la mayoría de ellos en brotes microepidémicos tras la transmisión oral, con una notificación anual de 100 nuevos casos, pero con una tasa de mortalidad más elevada, probablemente a causa de una carga de parásitos mayor (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009),(Díaz & González, 2014).

Otro reto en la enfermedad de Chagas, es el número creciente de pacientes con la enfermedad, detectados en áreas no endémicas (enfermedad emergente) tales como Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Francia, España, Bélgica, Portugal, Suiza, Gran Bretaña, Irlanda del Norte, Italia, Alemania, Austria, Croacia, Dinamarca, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Rumania y Suecia, probablemente, debido al aumento de movimientos migratorios de la población. Por ejemplo, según encuestas serológicas, se estima que en Estados Unidos existen entre 80 000 y 120 000 personas con infección crónica por *T. cruzi*. (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009),(Flores-Chávez et al., 2010),(CENAPRECE, 2015)

Perfil Epidemiológico Nacional

Según cifras de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en México existen un millón de personas infectadas y más de 29 500 000 en riesgo de contraer la enfermedad de Chagas.(CENAPRECE, 2015)

A pesar de conocer las estimaciones, existen factores que complican el control de la enfermedad. En la república mexicana se han identificado al menos ocho especies vectoras secundarias capaces de invadir las viviendas (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009), con una vasta extensión territorial: existen reportes de que los triatóminos se distribuyen en todos los estados de la república, en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 2 400 m de altitud. (Solórzano-Santos, 2008),(Becerril, Vidal, Cr, & L, 2010).

Además, aunado a ello, los estudios de morbilidad debido a Chagas en México, generalmente no son representativos a nivel poblacional. Por ejemplo, según Tay et al. 1992, Perez-Fuentes et al. 1998, Goldsmith et al. 1978 y Ruegsegger et al. 1993, en población abierta, se han reportado prevalencias de 1 hasta 37%.(Ramsey et al., 2003)

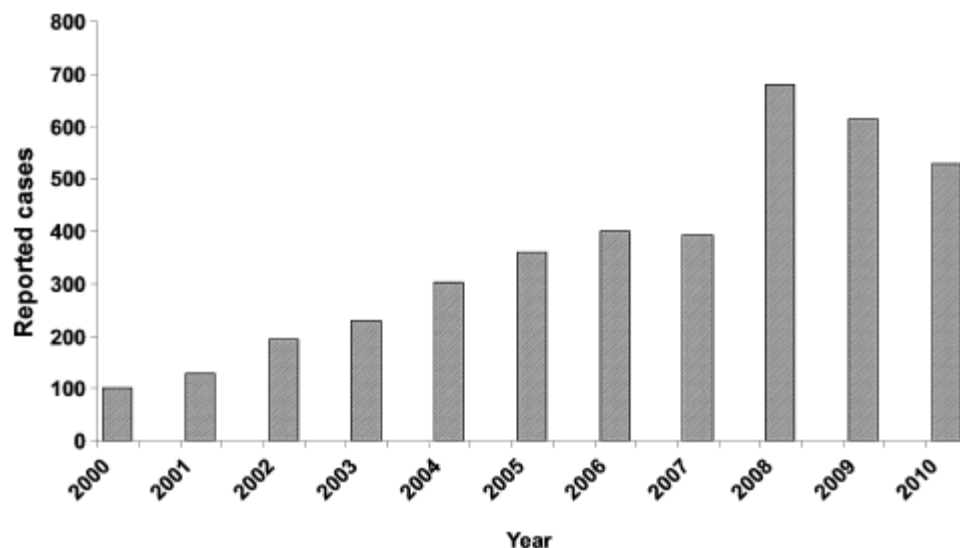
Cabe señalar que la mayoría de los casos de seropositivos -57%-, se encuentra en población rural, y 8.9% en zonas suburbanas rurales, con condiciones socioeconómicas precarias, en las que se ha identificado presencia del vector; aunque, debido a los movimientos migratorios, es posible encontrar casos de la enfermedad a pesar de que no se cuente con condiciones que favorezcan el desarrollo del vector, ya que el vector puede viajar accidentalmente, lo que puede

explicar que existan casos que ocurren en zonas sin infestación constante, 90% de ellos en áreas urbanas. (Solórzano-Santos, 2008),(Ramsey et al., 2003)

Además, los viajes nacionales o internacionales ya sea de manera transitoria o permanente, por viaje de placer, laboral o necesidades políticas, hacen que existan casos de la enfermedad en zonas no endémicas, (Belaunzarán, 2015) ya que independientemente de la vía de transmisión, el diagnóstico puede realizarse posterior a la fecha de contagio.

Si bien es cierto que desde 1990 es obligatoria la notificación de casos de enfermedad de Chagas, no se cuenta con datos epidemiológicos fidedignos sobre la mortalidad, probablemente, debido a la falta de experiencia en la elaboración del diagnóstico clínico, así como por la falta de pruebas diagnósticas postmortem.(Velasco-Castrejón & Rivas-Sánchez, 2008),(Ramsey et al., 2003)

(Gráfica 1)



Gráfica 1. Incidencia de Enfermedad de Chagas en México 2006-2010, Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. (Carabarin-Lima et.al, 2013))

En el 2017, a nivel nacional, se presentaron 737 casos en total, de los cuales 171 casos fueron agudos y 566 casos crónicos, con predominio del sexo masculino, con 64.8%.(Dirección General de Epidemiología, 2018) El grupo de edad más afectado es de 25 a 44 años.(CENAPRECE, 2015)

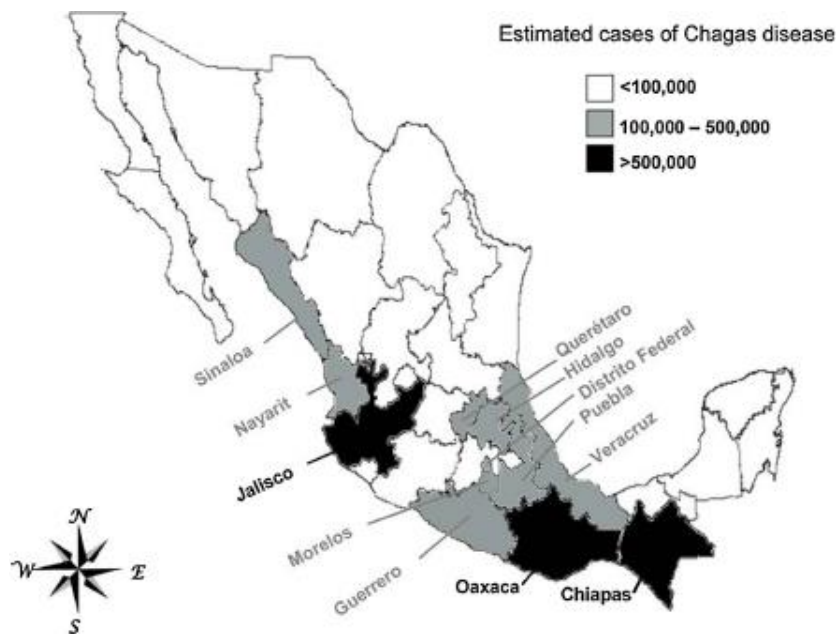


Ilustración 1. Prevalencia estimada de individuos infectados con *Trypanosoma cruzi* en México, 2006 (Carabarin-Lima et al. 2013)

En el país, más del 69% de los casos seropositivos se concentran en 8 estados (Chiapas, Veracruz, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Michoacán, México, Oaxaca).(Ilustración 2) (Ramsey et al., 2003)

Perfil Epidemiológico Estatal

En el estado de Hidalgo, el primer registro de un caso de tripanosomiasis americana con miocarditis confirmada clínicamente y en autopsia, data de 1987.(Gómez Gómez et al., 2006)

Según datos de la encuesta centinela realizada en bancos de sangre en 1994, se encontró que la seropositividad a *T. cruzi* en el estado de Hidalgo, fluctuaba entre el 0.2% y el 2.8%, es decir, una prevalencia mayor que en otros estados del país. Sin embargo, según un estudio realizado por Gómez-Gómez y colaboradores en el 2000, señalan que la prevalencia de seropositividad a *T. cruzi* en el estado de Hidalgo, es del 8.21% (Gómez Gómez et al., 2006), aún mayor que la registrada como cifra oficial estatal, y por lo tanto, mucho mayor a la media nacional.

A nivel estatal, en el 2017, se presentaron 53 casos en total, de los cuales 2 casos fueron agudos y 51 casos crónicos, con predominio del sexo masculino, con 77.3%, en concordancia con distribución nacional.(Dirección General de Epidemiología, 2018)

Además de la dificultad del diagnóstico clínico de la enfermedad, se suma la barrera de que en el Estado - al igual que en muchos de los demás estados de la república mexicana- no se cuenta con la suficiente información para conocer índices entomológicos de los triatominos, en los 84 municipios que lo conforman; a pesar

de conocerse que existen cuatro especies infestantes de triatóminos: *Triatoma barberi*, *T. dimidiata*, *T. mexicana* y *T. gerstaeckeri*. (Becerril et al., 2010)

Dentro de los pocos estudios de índices entomológicos en el Estado, se encuentra el realizado por Becerril y colaboradores en 2010, en el municipio de Metztitlán, donde los índices de infestación indican que una a dos de cada 10 casas está infestada, con mayor Índice de Infección Natural (No. triatóminos infectados con *T. cruzi*/No. triatóminos capturados x 100) en las comunidades de El Pirú y San Cristobal, siendo éste índice de un 50%, es decir, mayor al 20% que ha sugerido Espinoza en el 2002, como factor importante de riesgo de transmisión de *T. cruzi* en una región. (Becerril et al., 2010)

El estudio realizado en 2007 por el mismo autor, en la región del Valle del Mezquital, en las localidades de San Antonio Tezoquipan (Alfajayucan), Caltimacan (Tasquillo) y El Ahorcado (Tecozautepec) muestra un Índice de Infestación de 10.25, 21.9 y 30% respectivamente; y un Índice de Infección natural de 6.7, 6.15 y 10.34% respectivamente. (Becerril-Flores, Rangel-Flores, Imbert-Palafox, Gómez-Gómez, & Figueroa-Gutiérrez, 2007)

2. Marco teórico

I.- ENFERMEDAD DE CHAGAS

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana, es una enfermedad transmitida por vector (hemípteros reduvidos de la subfamilia Triatominae) ocasionada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, y cuenta con una compleja presentación clínica, en la que se distinguen 3 estadios clínicos: Agudo, Crónico asintomático y Crónico sintomático, dependiendo de la evolución de la Historia Natural de la enfermedad. (Ilustración 3) (Marin-Neto & Rassi Jr, 2009) (Ramsey et al., 2003) (Ramsey et al., 2003) (CENAPRECE 2020)

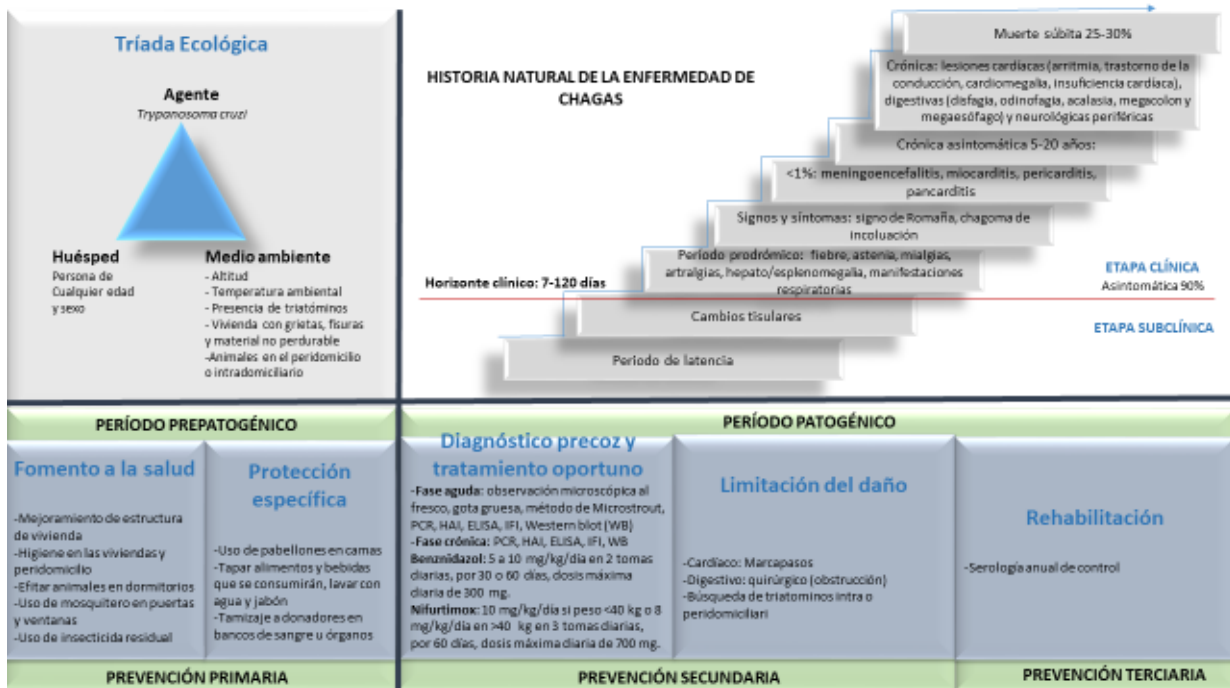


Ilustración 2. Historia Natural de la Enfermedad de Chagas

Para facilitar la identificación y clasificación de casos, se utilizan las siguientes definiciones operacionales:

Caso probable en fase aguda: Persona con fiebre prolongada (superior a 7 días) y una o más de las siguientes manifestaciones clínicas: Edema de cara o de miembros, exantema, adenomegalia, hepatomegalia, esplenomegalia, cardiopatía aguda, manifestaciones hemorrágicas, ictericia, signo de Romaña o Chagoma de inoculación y; sea residente o visitante de área con presencia de triatominos o haya recibido (de 30 a 112 días previos) una transfusión de sangre, componentes sanguíneos o haber recibido trasplante (s), o haya ingerido alimento sospechoso de contaminación por el T. cruzi, o sea recién nacido de madre infectada (transmisión materna-fetal o connatal). (CENAPRECE, 2015) (CENAPRECE, 2019)

Caso agudo confirmado: puede ser por tres criterios 1) Criterio parasitológico: T. cruzi circulante en la sangre periférica identificado por examen parasitológico directo, con o sin identificación de cualquier señal o síntoma; 2) Criterio serológico: caso probable con prueba parasitológica negativa, asociado a signo de Romaña o chagoma de inoculación, o evidencia del vector en la vivienda o población, se deberá realizar serología para detectar anticuerpos IgG anti-T.cruzi en muestras pareadas para evaluar la seroconversión por cualquier método (ELISA, HAI o IFI); 3) Criterio clínico epidemiológico: Caso sospechoso con exámenes parasitológicos negativos o serológicos inicialmente no reactivos y que puedan tener un vínculo epidemiológico con casos confirmados de Enfermedad de Chagas agudo confirmado por laboratorio y cuadro febril con manifestaciones clínicas compatibles con Chagas agudo. (CENAPRECE, 2015) (CENAPRECE, 2019)

Caso probable en fase crónica: Paciente asintomático o con sintomatología cardiaca, alteración electrocardiográfica, radiológica (cardiomegalia) o ecocardiográfica, o alteraciones digestivas asociadas a mega esófago/megacolon o

cualquier anomalía fuera de los límites normales con o sin significado clínico en ese momento que resida o haya residido en zonas endémicas de Chagas en forma habitual o esporádica; su madre haya sido infectada por *T. cruzi*, haya recibido transfusión de sangre y/o sus componentes, o sea o haya sido usuario de drogas intravenosas. (CENAPRECE, 2015) (CENAPRECE, 2019)

Caso crónico confirmado: Persona que presente dos resultados serológicos concordantes y positivos (basados en dos técnicas serológicas de principios distintos) para la detección de anticuerpos IgG anti-*T. cruzi*.(CENAPRECE, 2015) (CENAPRECE, 2019)

Caso descartado: Es la persona en la que no se encuentra evidencia de *T. cruzi* por los procedimientos descritos.(CENAPRECE, 2019)

Las características de los estadios clínicos o etapas son:

Aguda: Generalmente es asintomático y breve, con duración aproximada de 2 a 6 meses, con mortalidad de 2-8% sin tratamiento. Es la única etapa curable. Se caracteriza por una alta carga parasitaria en el torrente circulatorio. Es asintomática en 95% de los casos. Cuando se trata de un caso sintomático, los síntomas inician alrededor de 10 días después de la infección, y se presentan tanto signos locales como sistémicos: inflamación en el sitio de inoculación (Chagoma), edema bpalpebral unilateral (signo de Romana, en menos del 50% de los casos sintomáticos, cuando la vía de entrada es cercana a la mucosa ocular), fiebre, cefalea, agrandamiento de ganglios linfáticos, palidez, mialgias, dificultad para respirar, edema, dolor abdominal y torácico. En casos de transmisión por transfusión sanguínea, los signos aparecen entre 20 y 40 días después del evento. (Pereira

Nunes et al., 2013),(Belaunzarán, 2015),(Díaz & González, 2014),(CENAPRECE, 2015)

En ésta etapa, los casos severos son menores al 1%, presentando miocarditis aguda, derrame pericárdico, meningoencefalitis y/o bronconeumonía, con mortalidad cercana al 10%, principalmente en pacientes inmunocomprometidos, con comorbilidades, o en los extremos de la vida.(Pereira Nunes et al., 2013),(Pérez, Orjuela, Vanegas, & Montenegro, 2007),(CENAPRECE, 2015)

Crónico asintomático: También es llamado crónico indeterminado. Aquellas personas que no reciben tratamiento en la fase aguda progresan a ésta etapa, y permanecen en éste estadio clínico de 5-20 años antes de progresar -una tercera parte de los pacientes- al estadio crónico, por lo que, la mayoría de los infectados pertenece a ésta categoría, aunque el diagnóstico es un hallazgo al realizar tamizaje en donadores en banco de sangre, ya que existe baja parasitemia y parásitos en tejidos que permita realizar el diagnóstico, aunque pueden presentar manifestaciones cardíacas, digestivas, mixtas o neurológicas inespecíficas. Se caracteriza por baja parasitemia y altos niveles de anticuerpos IgG (Díaz & González, 2014b),(Belaunzarán, 2015),(Pereira Nunes et al., 2013),(Ramsey et al., 2003),(Monteón et al., 2005),(CENAPRECE, 2015)

Crónica-sintomática: es la etapa más conocida, ya que es donde la mayor parte de los pacientes son captados: aproximadamente del 30-40% de los infectados en fase aguda progresan a ésta etapa de la enfermedad. Se manifiesta entre los 35 y 55 años de edad, es decir, cuando la persona es económicamente activa. Genera una reducción de esperanza de vida de 5-10 años (25% de su vida). (Ramsey et al., 2003),(Solórzano-Santos, 2008)

Se caracteriza por baja parasitemia y altos niveles de anticuerpos IgG, acompañado de dilatación visceral, principalmente corazón, seguido de esófago y colon; se traduce en electrocardiograma anormal, por alteraciones en la contractilidad y ritmo con insuficiencia cardíaca progresiva, que, dependiendo del daño instalado, varía desde bloqueo de rama derecha o bloqueo fascicular anterior izquierdo, anomalías en el movimiento de la pared del ventrículo izquierdo (LV) segmentario y disfunción diastólica, hasta cardiomiopatía dilatada, manifestada por disfunción ventricular con insuficiencia cardíaca, arritmias, bloqueos cardíacos, muerte súbita -por insuficiencia cardíaca o accidente cerebrovascular-, y eventos tromboembólicos.(Pereira Nunes et al., 2013),(CENAPRECE, 2015)

Dependiendo de la fase clínica en la que se encuentre el paciente, será el método de diagnóstico de elección:

- *Aguda*: los estudios se centran en la búsqueda y reconocimiento del T. cruzi en sangre, por lo que se confirma el diagnóstico al demostrar la presencia del parásito por estudio directo (gota gruesa o extendida en microscopia), por la técnica de concentración de Strout, PCR, cultivo o sub inóculo de sangre. Se recomienda realizarlos entre los 7 a 15 días de iniciadas las manifestaciones clínicas. Generalmente, el frotis y gota gruesa se realizan en el nivel local y el microhematocrito en el nivel estatal y federal. (Ilustración 4 y 6) Debido al tiempo de evolución, se puede considerar la serología positiva (ELISA, IFI o HAI) a partir de las 4 semanas de infección, por el hallazgo de anticuerpos circulantes contra el T.

cruzi. (Belaunzarán, 2015),(Diario Oficial de la Federación, 2014),(InDRE, 2015), (CENAPRECE, 2015)



Ilustración 3. Algoritmo de Diagnóstico Parasitológico en Fase Aguda de la Enfermedad de Chagas

•Crónica con o sin síntomas: se basa en la detección de anticuerpos específicos contenidos en sangre total, el suero o plasma de un sujeto examinado. Se confirma el diagnóstico clínico con certeza diagnóstica que oscila entre 98 y 99.5% por serología positiva (ELISA e IFI o HAI) y/o por diagnóstico parasitológico (microscopia de gota gruesa o extendida, PCR, subinóculo), xenodiagnóstico indirecto y hemocultivo. (Ilustración 5 y 6) (Belaunzarán, 2015),(Diario Oficial de la Federación, 2014), (CENAPRECE, 2015),(InDRE, 2015)



Ilustración 4. Algoritmo de Diagnóstico Serológico en Fase Crónica de la Enfermedad de Chagas

Técnica	Ventajas	Desventajas
1.- Frotis sanguíneo 2.- Gota gruesa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultado temprano 2. Certeza diagnóstica 3. Sencillez operativa 4. Bajo costo 	Sensibilidad cercana al 60% en el período agudo y 10% en el período crónico
1.- Microhematocrito fluorescente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevada sensibilidad 2. Certeza diagnóstica 3. Facilidad en la obtención de la muestra 4. Bajo costo 	Sensibilidad de 90% a 100% en el período agudo, no valorada en crónico
4.- Hemocultivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevada sensibilidad 2. Certeza diagnóstica 3. Facilidad en la obtención de la muestra 4. Bajo costo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensibilidad de 90% a 100% en el período agudo, en crónico 20-50% 2. Requiere experiencia del operador. Contaminaciones por hongos o bacterias
5.- Modelo experimental (inoculación en ratón)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevada sensibilidad 2. Certeza diagnóstica 3. Facilidad en la obtención de la muestra 4. Se incrementa costo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensibilidad de 90% a 100% en el período agudo, en crónico 20-50% 2. Requiere experiencia del operador 3. Infraestructura compleja como por ejemplo un bioterio, gabinetes de bioseguridad, etc.

Ilustración 5. Ventajas y desventajas de las técnicas de diagnóstico, parasitológico de la Enfermedad de Chagas

Independientemente de la técnica utilizada, la confirmación del diagnóstico clínico presuntivo se establece por la demostración del parásito o por al menos 2

pruebas serológicas diferentes, positivas. (Tabla 1 y 2) (Diario Oficial de la Federación, 2014)

Método		Resultado	
ELISA	+	-	+ -
IFI	+	-	- +

Interpretación:	Reactivo	No Reactivo	Discordante	Discordante
------------------------	-----------------	--------------------	--------------------	--------------------

Tabla 1. Algoritmo de Dos Pruebas, Interpretación en paralelo, Resultados esperados, y su Interpretación

Cumple definición de caso sospechoso	Cumple definición de reactivo	Cumple definición de no reactivo	Cumple definición de discordante
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO AGUDO SOSPECHOSO	+	-	CASO AGUDO CONFIRMADO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO AGUDO SOSPECHOSO	+	+	CASO AGUDO CONFIRMADO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO AGUDO SOSPECHOSO	-	+	CASO AGUDO CONFIRMADO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO CRÓNICO SOSPECHOSO	-	+	CASO CRÓNICO ASINTOMÁTICO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO CRÓNICO SOSPECHOSO	+	+	CASO CRÓNICO ASINTOMÁTICO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO CRÓNICO SOSPECHOSO	-	+	CASO CRÓNICO SINTOMÁTICO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO CRÓNICO SOSPECHOSO	+	+	CASO CRÓNICO SINTOMÁTICO
CUMPLE DEFINICIÓN DE CASO CRÓNICO SOSPECHOSO	-	-	CASO DESCARTADO

Tabla 2. Guía para el Diagnóstico de la Enfermedad de Chagas

El tratamiento tiene dos grandes objetivos: eliminar al parásito y contribuir en la disminución de la probabilidad de que el paciente desarrolle las manifestaciones clínicas de la enfermedad y sus complicaciones, y, contribuir en la interrupción de la cadena de transmisión del T. cruzi en la población. (CENAPRECE, 2015) Incluye

dos variedades: etiológico -que cumple con los dos objetivos- y sintomático -que mejora la sintomatología del paciente, mejorando su calidad de vida.(Diario Oficial de la Federación, 2014)

El tratamiento médico etiológico está dirigido a eliminar la infección por *T. cruzi* del individuo infectado; sin embargo, la eficacia del tratamiento varía dependiendo la etapa evolutiva de la infección, por lo que existen Indicaciones para iniciar el tratamiento:

- Todo caso agudo, independientemente del mecanismo de transmisión, verificado por prueba parasitológica positiva directa o 2 pruebas positivas de diagnóstico de enfermedad de Chagas en laboratorios con reconocimiento oficial
- Edad menor a 70 años, que no presenten criterios de exclusión
- Evolución menor a 2 años (CENAPRECE, 2015)
- Reactivaciones de infecciones crónicas por diversos tipos de inmunosupresión(Diario Oficial de la Federación, 2014)

Contraindicaciones:

- Mujeres embarazadas
- Pacientes mayores de 70 años con condiciones que no permitan iniciar el tratamiento, imposibilidad de seguimiento del tratamiento (ej.: por causa geográfica, laboral)
- Insuficiencia renal o hepática
- Co-morbilidades graves o no controladas: Enfermedades reumáticas, dermatopatías, neuropatías, neoplasias, úlcera gastro-duodenal,

cardiopatías previas, hipertensión arterial refractaria, enfermedad neurológica psiquiátrica (en especial para el tratamiento con Nifurtimox)

- Síntomas digestivos severos (obstrucción abdominal, fecaloma, estreñimiento de más de 7 días de evolución)
- Indicación de implantación de marcapaso definitivo luego de realizado Holter de 24 horas
- Evidencia clínica y/o radiográfica de patología colónica o esofágica severa, que tenga tratamiento antichagásico completo previo (valorar individualmente)
- Cardiopatía chagásica crónica estadio B2(CENAPRECE, 2015)

Debido a la posibilidad de falla terapéutica en los pacientes con contraindicaciones, así como a la toxicidad del medicamento, el tratamiento etiológico debe ser sujeto a la valoración médico-paciente del caso. Se debe brindar educación para la salud, informando los riesgos que representa y la importancia del seguimiento y control periódico a largo plazo -1 vez al año-, para detectar precozmente manifestaciones orgánicas. (CENAPRECE, 2015)

Se calcula que cada caso crónico cuesta 370 dólares/año/persona. (Ramsey et al., 2003)

Antes de iniciar el tratamiento, al mes y al término del tratamiento etiológico se recomienda solicitar Biometría hemática con recuento de plaquetas, Química sanguínea de 6 elementos, Transaminasas (TGO y TGP) y bilirrubina, y Examen General de Orina (EGO).(CENAPRECE, 2015)

El tratamiento recomendado es:

Benznidazol (BNZ): 5 a 10 mg/kg/día divididos en dos tomas diarias, que se deben tomar después de los alimentos, durante 60 días, sin sobrepasar la dosis máxima diaria de 300 mg. A fin de lograr mejor adherencia al tratamiento, en casos reuantes se recomienda ministrar en 1 sola dosis diaria. (CENAPRECE, 2015) En 2011 se aprobó la formulación pediátrica de benznidazol. (Belaunzarán, 2015)

Nifurtimox: 10 a 15 mg/kg/día en niños menores de 40 kilogramos y 8 mg/kg/día en adultos o mayores de 40 kilogramos. Se suministra en 3 tomas diarias, de preferencia después de las comidas, durante 60 días, sin sobrepasar la dosis máxima diaria de 700 mg. (CENAPRECE, 2015),(Diario Oficial de la Federación, 2014)

Sin embargo, a pesar de respetar la dosis y duración del tratamiento. Es posible que presenten efectos adversos leves, moderados y severos en un porcentaje de los pacientes (Tabla 3), que conlleva a fallas en la adherencia al tratamiento, por lo que se consideran diferentes escenarios clínicos, así como la forma de actuar ante el seguimiento farmacológico: , (CENAPRECE, 2015)

- 55 días o más de tratamiento: se considera esquema completo
- Interrupción del tratamiento, menor de 14 días, independientemente del día del tratamiento: se continuará el mismo esquema hasta completar los 60 días
- Interrupción por más de 15 días su tratamiento, con menos de la mitad de su esquema de tratamiento calculado con BNZ: se intentará reiniciar su tratamiento con la misma droga, de no ser posible se dará un certificado donde conste los días de tratamiento

- Interrupción de tratamiento por más de 15 días, pero ha recibido más de la mitad de su esquema de tratamiento, no se le oferta ningún otro tratamiento, pero no se considera tratado. (CENAPRECE, 2015)

Tipo de Efectos Adversos	Manifestaciones Clínicas
Digestivos	<p>Náuseas Vómito Dolor abdominal Pérdida de apetito y pérdida de peso Generalmente, en la 1er semana, con buen pronóstico</p>
Cutáneos	<p>Erupción morbiliforme cutánea o eritematosa y pruriginosa Poco frecuente: acompañada de edema localizado, fiebre, infarto ganglionar, artralgias y mialgias Generalmente, entre el 5^o-10^o día de tratamiento</p> <p>1/1500 casos cursa con SSJ-NET (Síndrome Steven-Johnson – Necrólisis Epidérmica Tóxica): descamación precoz, centrípeta, en láminas, piel denudada y lesiones viscerales (esofagitis, alteraciones gastrointestinales, bronquitis). Durante las primeras 2 semanas de tratamiento</p>
Neuromusculares	<p>Polineuritis periférica (hormigueo y molestias al contacto con el agua fría o al cortar las uñas, por ejemplo), hasta interferir en la manipulación de ciertos objetos, o presentar dolor proximal en las extremidades superiores e inferiores (unilateral y de aparición súbita), provocando una clara disfunción motora limitando la deambulaci3n. A partir de la cuarta semana, cuando la dosis alcanza los 15gr. acumulados. Puede aparecer después de finalizar el tratamiento. Normalmente ceden rápidamente con la suspensi3n del tratamiento y la asociaci3n de Paracetamol o Ibuprofeno</p>
Hematol3gicos	<p>Neutropenia, agranulocitosis y púrpura trombocitopénica Cuadro febril agudo persistente con o sin focos infecciosos claros y petequias. Aparece a partir de la segunda semana de tratamiento. Los efectos adversos desaparecen con la interrupci3n del tratamiento.</p>

Tabla 3. Eventos Adversos Durante el Tratamiento de la Enfermedad de Chagas, según el manual de diagnóstico y tratamiento de la enfermedad de Chagas en México

Existen algunas situaciones específicas que justifican la suspensión definitiva del tratamiento:

- Vómitos incoercibles que no responden a tratamiento
- Hepatitis medicamentosa
- Pérdida de peso mayor al 5%
- Lesiones cutáneas graves/ Síndrome Steven-Johnson - Necrólisis Epidérmica Tóxica
- Síntomas / signos neuropáticos severos
- Síntomas / signos de depresión medular
- Embarazo producido durante el tratamiento
- Hábitos no compatibles con el tratamiento (alcoholismo, drogadicción)
- Problemas reiterados de adherencia al tratamiento. (CENAPRECE, 2015)

Se considera que una persona está curada cuando una prueba serológica convencional positiva se vuelve negativa: un niño tratado con un año de edad se verifica aproximadamente un año después; la de un niño tratado con 10 a 12 años de edad, unos 5 a 7 años después; mientras que, en un adulto joven tratado, de 10 a 15 años después. Generalmente, sucede en más del 60% de casos en la etapa aguda, crónica reciente alrededor de 60%, y en fase crónica de larga duración, de 10-25%.(CENAPRECE, 2015),(Diario Oficial de la Federación, 2014)

El fallo terapéutico es el hallazgo del parásito a través de métodos de apoyo, al asegurarse que el paciente terminó el tratamiento etiológico, y que no tenga indicios de re-infección.(CENAPRECE, 2015) Ante tal situación, se puede presentar:

- Parasitoscopia positiva: administrar nuevamente el tratamiento médico por 60 días
- Serología positiva; el caso se catalogará como activo, no sujeto a terapia con fármacos específicos, pero se recomienda vigilancia médica cada 5 años, o cada año si es sintomático. (Diario Oficial de la Federación, 2014)

Existen diferentes estudios (CHAGASAZOL, E1224, STOP-CHAGAS, BENEFIT, TRAENA) que evalúan el desarrollo de nuevos fármacos, o la utilidad de fármacos existentes, ya sea como monoterapia o en combinación, en adultos, aunque aún sin nuevos resultados. (Belaunzarán, 2015)

II.- AGENTE ETIOLÓGICO: *Trypanosoma cruzi*

Dentro del género *Trypanosoma*, existen tres clases patógenas para el ser humano: *T. cruzi* (América), *T. gambiense* y *T. rhodesiense* (África). (Solórzano-Santos, 2008)

El agente causal de la enfermedad de Chagas es el *T. cruzi*. Es un protozoo flagelado de la familia *Trypanosomatidae*, de la superclase *Mastigophora* y del orden *Kinetoplastida*. Tiene forma alargada, fusiforme y de aproximadamente 20 micras de longitud; posee un núcleo grande cerca de la parte central y a lo largo de su cuerpo tiene una membrana ondulante bordeada por un flagelo que se inicia en el cinetoplasto y que sale del parásito. El centroblasto está localizado en la región subterminal de la parte posterior del protozoo y está formado por la unión del cuerpo parabasal y el blefaroplasto; el tamaño notoriamente grande del cinetoplasto,

constituye una de las principales características morfológicas que lo diferencian de otras especies de tripanosoma. Los parásitos presentan marcado polimorfismo; se conocen formas anchas, delgadas e intermedias. (Ilustración 7) Se cree que las formas anchas son las que se desarrollan en el vector mientras que las delgadas se degeneran. También se considera que las cepas con predominio de formas delgadas son más virulentas. (Pérez et al., 2007),(Díaz & González, 2014b),(Belaunzarán, 2015)

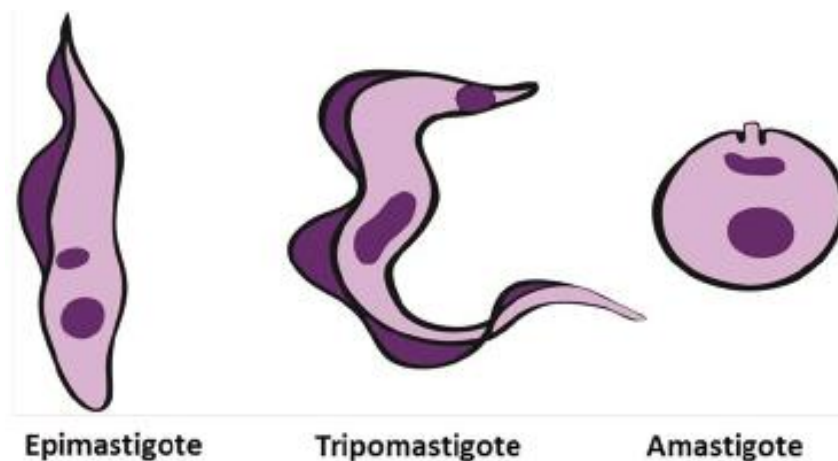


Ilustración 6. Formas evolutivas de los tripanosomátidos de *T. cruzi*, (Díaz ML. González CI. 2014)

Es un parásito complejo debido a su pleomorfismo, ciclo de vida que involucra mamíferos silvestres y domésticos como reservorios (33 diferentes especies), y hospederos invertebrados (16 especies de insectos) y que se puede transmitir por diferentes vías: vectorial, congénita, transfusional o por trasplante de órganos, accidentes de laboratorio, o por vía oral; así como por la diferente presentación clínica según la fase de la enfermedad. (Díaz & González, 2014b), (Belaunzarán, 2015)

El ciclo de vida del parásito lo podemos dividir en una fase en el vector, y otra en el hospedador: (Ilustración 8)

- I. Inicia cuando el insecto se alimenta de sangre del hospedador vertebrado infectado, ingiriendo parásitos en estadio Tripomastigote Sanguíneo (TS), los que viajan al intestino medio del insecto y se diferencian a Epimastigote Metacíclico (EM). El EM se multiplica por división binaria en múltiples ocasiones, y se adhiere a las membranas, pero-microvillares de las células intestinales, donde, a través de la metaciclogenia, se diferencia a Tripomastigote Metacíclico (TM), que puede ser deyectados en orina o heces del vector, mientras éste se alimenta, a la piel o mucosa del hospedero.
- II. El TM logra entrar al torrente circulatorio (1) por microheridas en piel o en mucosas -generalmente por rascado-, invade a células fagocíticas y no fagocíticas (2) de diferentes tejidos, y se diferencia a amastigote, con replicación citoplasmática. Posterior a varias rondas de división celular, se diferencia a TS, altamente móviles, y son liberados al torrente circulatorio (3) al romper la membrana celular, donde pueden infectar a otras células (4) formando nidos de amastigotes, o ser ingeridos por un nuevo vector (5), cerrando así el ciclo biológico. (Pérez et al., 2007),(Carabarin-Lima, González-Vázquez, Baylon-Pacheco, & Rosales-Encina, 2011),(Díaz & González, 2014a)

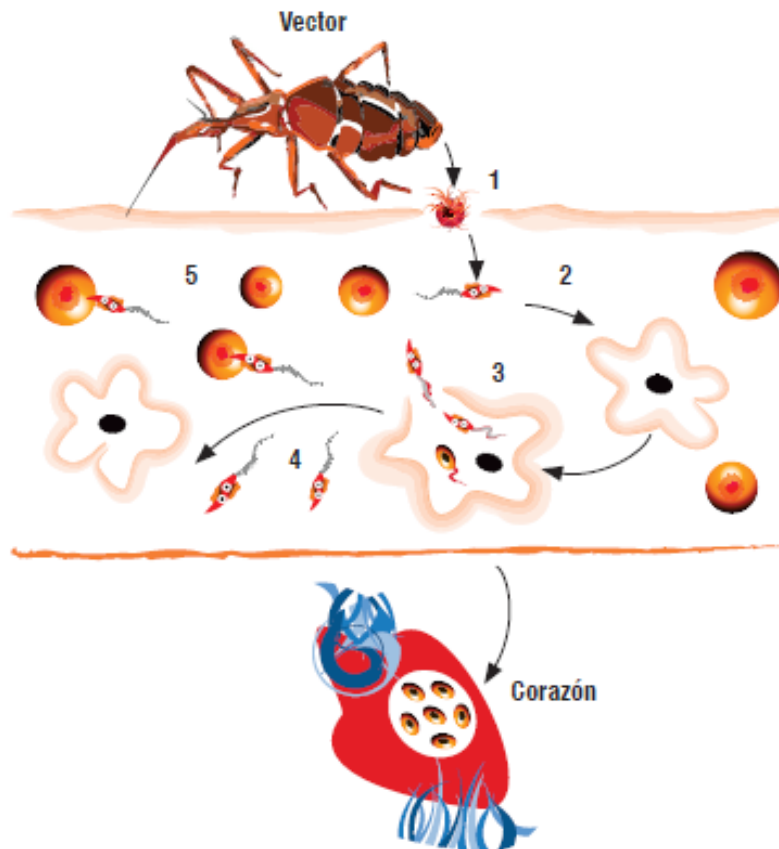


Ilustración 7. Ciclo biológico de *Trypanosoma cruzi* (Carabarin Lima A. et al, 2011)

Filogenéticamente hablando, *T. cruzi* se ha clasificado en 6 grupos o Unidades Discretas de Tipificación (DTUs), con heterogeneidad en la distribución geográfica, vectores a los que infectan, ciclo de transmisión y formas clínicas:

- TcI.- Asociado a ciclo doméstico y cardiomiopatía chagásica crónica, con distribución en países del Norte de Suramérica, Centroamérica, y Amazonía brasileña. Existe reporte de coinfecciones de subgenotipos en un mismo paciente, incluso genotipos asociados a ciclo selvático.
- TcII.- Asociado a ciclo doméstico, clínica en forma digestiva, distribución en países del cono Sur y centro y Sur de Brasil. Asociado a TcI.
- TcIII.- Asociado a TcI.

- TcIV.- Asociado a Tcl.
- TcV.- Asociado a cardiopatía chagásica crónica y megasíndromes digestivos. Distribución en sur de Brasil y países del cono Sur. Asociado a Tcl.
- TcVI.- Asociado a cardiopatía chagásica crónica y megasíndromes digestivos. Distribución en sur de Brasil y países del cono Sur.
- Además, existen reportes de Tcbat. (Díaz & González, 2014b)

III.- VECTOR: TRIATOMAS

El agente etiológico de la Enfermedad de Chagas utiliza al insecto vector para sobrevivir. En México, varían las especies de triatominos identificadas en cada región, con reporte en todos los Estados de la República, distribuidos a alturas que varían desde los 0 hasta los 2400 metros sobre el nivel del mar. (Solórzano-Santos, 2008) Es decir, en todo el país existe el riesgo de adquirir la enfermedad de Chagas, debido a la amplia distribución de los triatominos.

Se han identificado 32 especies de triatominos en territorio nacional, con 9 especies principales distribuidas en 31 estados. (Diario Oficial de la Federación, 2014) Comúnmente se conocen como “vinchucas”, “barbeiros”. (Belaunzarán, 2015) En el Estado de Hidalgo coloquialmente se les conoce como chinches besuconas, y se ha demostrado la presencia de las especies *T. mexicana*, *T. dimidiata*, *T. barberi* y *T. gerstaeckeri*, las cuales se diferencian a través de las claves entomológicas. (Becerril et al., 2010), (Becerril-Flores et al., 2007) (Tabla 4)

Especie triatomino	Clave entomológica
<i>T. gerstaeckeri</i>	Especie con 23 mm o mas; porción pos-ocular de la cabeza con lados subparalelos; pronoto con tubérculos discales y laterales; fémures anteriores relativamente delgados, tan largos como 8 a 9 veces su ancho; base de los hemelitos de color bien claro Segmentos del conexivo dorsal y ventralmente con mancha transversal amarilla o amarillo-anaranjada en el tercio o cuarto posterior junto a la sutura intersegmental; clavo negro en su base, castaño ahumado en el ápice, corio negro con pequeña mancha amarilla basal y otra subapical
<i>T. barberi</i>	Clípeo menos hinchado y menos saliente, su superficie dorsal solo muy ligeramente convexa, en su aspecto lateral; superficie inferior de la cabeza casi recta, en la vista lateral; faz ventral del abdomen achatada ligeramente en la línea mediana-
<i>T. dimidiata</i>	Segmentos del conexivo dorsal y ventralmente con mancha amarilla o amarillo-anaranjada ocupando ms del tercio posterior de cada segmento; clavo negro en su base, amarillo en la parte apical; corio principalmente amarillo o amarillo-anaranjado, con mancha apical y central oscuras, la última de tamaño variable o en algunos casos, ausente
<i>T. Mexicana</i>	Ángulos humerales del pronoto aguzados

Tabla 4.. Claves Entomológicas de Triatominos Distribuidos en el Estado de Hidalgo. (, 1979)

Debido a que la presencia del vector en la vivienda humana es el factor más asociado con el riesgo de infección por *T.cruzi*, debe ser usado como determinante para realizar estudios entomológicos que pueden caracterizar especies, presencia del parásito en triatominos, así como la naturaleza, grado y dispersión de la infestación en las localidades. Los triatominos colectados en las viviendas deben ser enviados al LESP para confirmación taxonómica, y monitoreo de la presencia del parásito. (Diario Oficial de la Federación, 2014)

Debido a los hábitos nocturnos del vector, así como su predilección intradomiciliaria, la participación y vigilancia comunitaria es clave para lograr la vigilancia entomológica. Cuando se identifica un vector infectado, no es necesario seguir con la colecta de insectos en la comunidad, excepto en el caso que se realice una intervención anti-vectorial, lo que pudiera afectar la tasa de infección y de

infestación, indicadores importantes para monitorear la eficacia de control.(Diario Oficial de la Federación, 2014)

Además, el personal de vectores debe hacer colectas entomológicas de triatomas en áreas endémicas o de riesgo, con lo que se construirán indicadores entomológicos. (Tabla 5)

Indicador	Descripción	Fórmula
Índice de Infestación intra y extra domiciliario	Expresa la cantidad de viviendas con triatomos	$\frac{\text{No. de casas de triatomos} \times 100}{\text{No. total de casas estudiadas}}$
Índice de Hacinamiento (Intradomicilio)	Promedio de chinches que se encuentran en cada casa	$\frac{\text{No. total de triatomos capturados}}{\text{No. de casas con triatomos}}$
Índice de Colonización (Intradomicilio)	Porcentaje de casas donde se encuentran generaciones nuevas de triatomos	$\frac{\text{No. de casas con ninfas de triatomos}}{\text{No. de casas positivas a triatomos}} \times 100$
Índice de Densidad (Comunitario)	Expresa el promedio de chinches por casa detectadas en la muestra	$\frac{\text{No. total de triatomos capturados}}{\text{No. total de casas examinadas}}$
Índice de Infección Natural (Intra y peridomiciliar)	Porcentaje de insectos infectados, útil para determinar el estado de la transmisión	$\frac{\text{No. de triatomos con } T. \text{ cruzi}}{\text{No. de triatomos infectados}} \times 100$
Índice de Dispersión (Municipal o regional)	Porcentaje de poblados donde existen triatomos de una Jurisdicción sanitaria, municipios o Estados	$\frac{\text{No. de localidades con triatomos}}{\text{No. de localidades estudiadas}} \times 100$

Tabla 5. Indicadores Entomológicos.

Debido a que la principal vía de transmisión es la vectorial, independientemente de la edad, es que los esfuerzos de interrupción de la transmisión se han concentrado en el control vectorial, debiendo realizarse de manera integral, tanto el control preventivo, para reducir del riesgo de infestación, como el control por intervención, para lograr el control de la infestación doméstica por triatomos vectores de *T. cruzi*. Esto se realiza a través del control físico y control químico.

- Control físico: también llamado ordenamiento de la vivienda; es eficaz para eliminar hasta en un 60% el riesgo de infestación. Se compone de:

- Eliminación temporal y/o permanente de los sitios de refugio, reposo y reproducción de los vectores en la vivienda humana, cada 15 días, o cada 7 si hay alto riesgo de transmisión.
- Sitios a remover o eliminar: detrás de muebles, debajo de camas, cuadros, closets
- Relleno de grietas, encalado de paredes, piso firme y techado completo
- Limpieza y remoción de estructuras y materiales en el espacio peri domiciliario; para prevenir el establecimiento de la infestación por triatominos en madrigueras de animales silvestres, domésticos o de cría
- Los techados para guardar implementos, leña y material de construcción, deben ser alejados de los muros externos de la vivienda y removidos 1 vez al mes para impedir la presencia de roedores pequeños y los triatominos que de ellos se alimentan
- Modificar los cercos de piedras (repello en las uniones o cambio por cerca de alambre de púas)
- Evitar la entrada de animales de cría -como gallinas- y mascotas -como perros y gatos- en los espacios donde duerme la familia
- Control de la fauna silvestre y sus refugios en el peri domicilio
- Los productos agrícolas (cosechas) deben ser guardados alejados de los muros y de espacios intra domiciliarios.
- Además, se agrega el uso de mosquiteros para evitar la colonización de insectos, y pabellones para evitar el contacto con el vector.

- Control químico: Se utiliza en comunidades con infestación recurrente. Tiene mayor eficacia cuando se realiza antes de la época de lluvia, entre los meses de febrero y mayo. La aplicación debe ser realizada con una periodicidad máxima de cada 6 meses y para toda comunidad con mayor a 5% de infestación, se requiere un mínimo de 3 años de control de ataque (cada 6 meses), con una fase de consolidación de rociado anual para 2 años adicionales. La aplicación residual de formulaciones de piretroides sintéticos debe ser en:

- Muros internos y externos de la vivienda
- Espacios peri domiciliarios: estructuras, aleros, bardas y montones de material guardados en el patio. (Diario Oficial de la Federación, 2014),(CENAPRECE, 2015)

IV.- TRANSMISIÓN ORAL

Otras formas reconocidas de transmisión son por transfusión de sangre, trasplante de órganos, de forma congénita, y ocasionalmente por vía alimentaria u oral. (Diario Oficial de la Federación, 2014) Ésta forma de transmisión ha ganado relevancia debido a la alta mortalidad en los brotes reportados de países centro y sudamericanos. (Belaunzarán, 2015)

En el ciclo selvático, permite la infección de reservorios silvestres, y se cree que también podría ser en los reservorios domésticos; siendo -probablemente-, la forma de transmisión más antigua, por tratarse de la ruta natural para lograr la infección. (Díaz & González, 2014b)

Los microbrotes reportados (Brasil, Venezuela, Bolivia y Colombia) se han asociado a la ingesta de bebidas o alimentos contaminados con el parásito,

encontrando en el peridomicilio de los pacientes, triatominos infectados como en árboles, palmas y gallineros, presencia de reservorios: pequeños mamíferos del género *Didelphis* -los que podrían contaminar alimentos intradomiciliarios al vaciar el contenido de sus glándulas anales-, así como la colindancia con bosques, estación lluviosa y el fenómeno del niño. (Díaz & González, 2014b),(Añez, Crisante, Rojas, & Dávila, 2013)

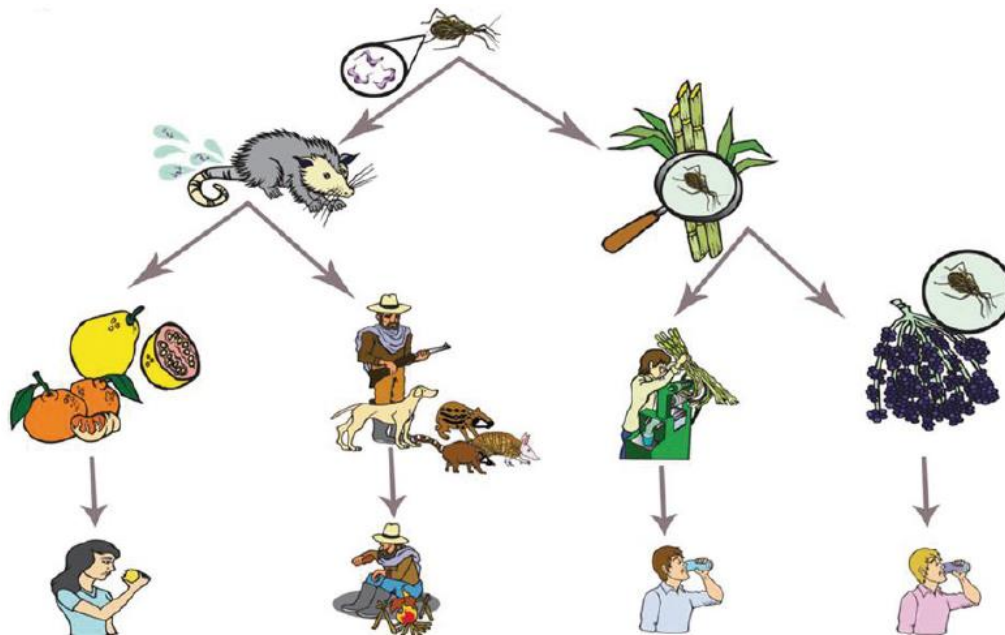


Ilustración 9. Formas documentadas de transmisión de Chagas por vía oral (Díaz, M. L., & González, C. I. (2014).)

A pesar de que se ha considerado una vía inusual de presentación en humanos, actualmente la vía oral es considerada una forma de transmisión re emergente (principalmente en aquellas con adecuado control vectorial, y en áreas de baja endemividad); y mucho más agresiva en morbilidad y mortalidad, en comparación a las otras vías de transmisión. Se ha documentado la transmisión a través de la ingesta de frutos contaminados (jugo de açaí, jugo de guayaba), alimentados preparados contaminados y carne cruda o poco cocida. Los alimentos (Díaz & González, 2014b) (Ilustración 9)

Clínicamente, se puede sospechar de transmisión oral de la enfermedad, tras un periodo de latencia de cinco días a partir de la ingestión, y ante la presencia de varias personas presentando simultáneamente

- Síndrome febril prolongado sin explicación ni causa aparente
- Puede estar presente alteraciones cardíacas (taquicardia, arritmia, derrame pericárdico) hasta falla cardíaca
- Meningoencefalitis
- Gastritis graves
- Hemorragias digestivas
- Diarrea (Beilkisyolé, Colmenares, Ruiz-Guevara, & Noya, 2010),(Rueda, Trujillo, Carranza, & Vallejo, 2014)

En caso de presentarse varios casos agudos siempre hay que investigar la posibilidad de un brote de por transmisión oral. (CENAPRECE, 2015) En México, existe el reporte histórico de un brote de Enfermedad de Chagas transmitida por vía oral en Jalisco, en los años 80's, aunque no especifica ni la incidencia ni la mortalidad; es el único reporte de brote por vía oral en el país. (Beilkisyolé et al., 2010)

La OMS reconoce que, para lograr el control y eliminación de la enfermedad de Chagas, es necesario abordar todas las vías de transmisión (vectores, transfusión, trasplante de órganos y vías vertical y oral); (Organización Mundial de la Salud, 2010) sin embargo, el Programa de Acción Específico para la Vigilancia, Prevención y Control de la enfermedad de Chagas 2013-2018 sólo se centra en dos grandes objetivos: el control de la transmisión intradomiciliar y la eliminación de la transmisión transfusional y congénita. (Tabla 6 y 7) (Secretaría de Salud, 2013)

Meta Nacional	Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la meta Nacional	Objetivo del PAE
2. México Incluyente	2.3. Asegurar el acceso a los servicios de salud	2.3.2. Hacer de las acciones de protección y promoción un eje prioritario para el mejoramiento de la salud.	1. Controlar la transmisión vectorial intra domiciliar
		2.3.4. Garantizar el acceso efectivo a servicios de salud de calidad.	2. Eliminar la transmisión de Chagas congénito y transfusional

Tabla 6. Alineación con el PND 2013-2018 del Programa de Acción Específico Prevención y control de la Enfermedad de Chagas 2013-2018

Objetivos del PROSESA	Estrategias del PROSESA	Líneas de acción del PROSESA	Objetivos del PAE
4. Cerrar las brechas existentes en salud entre diferentes grupos sociales y regiones del país.	4.7. Intensificar las acciones de promoción, prevención y atención de la salud en las enfermedades desatendidas.	4.7.1. Consolidar las acciones interinstitucionales para la atención de las enfermedades en vías de eliminación.	1. Eliminar la transmisión de Chagas congénito y transfusional.
		4.7.2. Fortalecer las medidas de prevención y promoción de la salud en enfermedades del rezago.	2. Controlar la transmisión vectorial intra domiciliar.

Tabla 7. Alineación con el Programa Sectorial de Salud 2013-2018 del Programa de Acción Específico Prevención y control de la Enfermedad de Chagas 2013-2018

V.- ZONA DE ESTUDIO: Caltimacan

Caltimacán es una localidad del municipio de Tasquillo, en el Estado de Hidalgo. En ella, habitan 1650 habitantes, de los cuales, 711 son hombres y 939 son mujeres, distribuidos en 467 viviendas, algunas de las cuales se encuentran muy dispersas. La localidad cuenta con un alto grado de marginación de la localidad: más de la mitad de la población mayor de 15 años no cuenta con educación básica completa, menos de una cuarta parte de la población no tiene algún tipo de derechohabencia a servicios de salud (Gobierno Federal, n.d.)

Se encuentra a una altitud de 1,720 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a condiciones hidrometeorológicas, comparte características con la cabecera municipal Tasquillo, la cual cuenta con rango de temperatura de 14-20°C, precipitación de 300-600mm, clima semicálido (46%) semiseco templado (35%) y seco semicálido (19%). (INEGI, 2009)

En el 2007, Caltimacan fue declarada por Becerril y cols. como zona endémica, encontrando Índice de infestación 21.9%, Índice de densidad de 0.62, Índice de hacinamiento 2.82, Índice de colonización 34.8%, e Índice de infección natural de 6.15%.(Becerril-Flores et al., 2007)

3. Planteamiento del problema

En México, según la Encuesta Nacional Seroepidemiológica de 1992, la prevalencia de seropositividad a *T. cruzi*, varían del 0,1% al 5% en los estados de la república mexicana (Becerril-Flores et al., 2007); sin embargo, la mayor prevalencia se sitúa en el área central de la Huasteca, de la que el Estado de Hidalgo forma parte (Carabarin-Lima et al., 2011); aunque en Hidalgo, se reportó el 1.5% de seropositividad, sólo se incluyeron datos de los municipios de Apan y del Mezquital; según el estudio realizado por Becerrill y colaboradores en 2010, la seroprevalencia en las comunidades estudiadas del estado de Hidalgo, varían entre 1.94 a 5.13% (Becerril-Flores et al., 2007), es decir, una seropositividad mayor a la reportada en la Encuesta Nacional Seroepidemiológica.

En el país, se han reportado 32 vectores de *T. cruzi*, de los cuales, 19 pertenecen al género *Triatoma*, 6 al género *Meccus*, 2 especies al género *Panstrongylus*, y uno de los géneros *Belminus*, *Dipetalogaster*, *Eratyrus*, *Paratriatoma* y *Rhodnius*, con diferente distribución en cada uno de los estados de la república; además, se encontró que los estadíos en que son encontrados, son diferentes dependiendo si se trata de vectores intradomiciliarios (*Triatoma barberi* y *Triatoma dimidiata*) o vectores visitantes, cobrando importancia, ya que las cifras de seroprevalencia difieren entre las zonas donde se han localizado vectores intradomiciliados en comparación con las de las zonas donde se reportan los vectores visitantes (Salazar-Schettino et al., 2010).

El transmisor con mayor distribución geográfica en México es *Triatoma dimidiata* (Salazar-Schettino et al., 2010). A pesar de la variada distribución de los triatomíneos en la mayor parte de México, hay regiones dentro de cada estado del país donde aún no se cuenta con estudios con la suficiente información para conocer índices entomológicos de éstos insectos, y, por tanto, el riesgo de transmisión de *T. cruzi*; entre éstos estados se encuentra Hidalgo, el cual ha sido poco estudiado. (Becerril-Flores et al., 2007)

A pesar de la diversidad de especies, todas ellas pueden ser transmisoras desde sus etapas ninfales hasta las adultas. Cabe señalar, que la transmisión de *T. cruzi* al humano ocurre mediante varios mecanismos (Becerril-Flores et al., 2007). Dentro de éstos mecanismos, el principal es por contacto directo de las heces del vector con mucosas o piel herida; aunque también se cuenta con la transfusional, congénita, por trasplante de órganos, accidentes de laboratorio, y la más recientemente estudiada, por transmisión oral, incluso considerada ésta vía como rara e inusual (Díaz & González, 2014b).

En algunas áreas geográficas, como en el Amazonas brasileño, más de la mitad de los casos agudos reportados de tripanosomiasis en un período de más de 30 años, fueron relacionados a microepidemias causadas por infección oral, al consumir alimentos o bebidas contaminados con heces de triatomíneos infectados con *T. cruzi* (Carabarin-Lima et al., 2011). Sin embargo, al contar con poco tiempo de estudio el mecanismo de transmisión oral, es probable que la información registrada hasta el momento sea subestimada; incluso, se considera que es un

mecanismo de transmisión reemergente, tanto para áreas urbanas como para áreas rurales. (Díaz & González, 2014b)

La transmisión oral puede explicarse por la ingesta de alimentos contaminados, frutas o por aspectos culturales como el consumo de carne poco cocida o cruda (Díaz & González, 2014b).

Un importante aspecto cultural, incluso desde épocas prehispánicas, es la costumbre de consumo de insectos en diferentes países, como por ejemplo, en Venezuela, Colombia, la Amazonía, y, México; en las que los habitantes son principalmente favorecidos si la zona es pobre en recursos naturales y económicos, como en el caso de los estados de Oaxaca, Hidalgo y partes del Estado de México (González Viesca & Romero Contreras, 2009).

Existe evidencia de que en el estado de Hidalgo existe el consumo de chinches (orden Hemiptera), principalmente por la desnutrición endémica de la región, clasificado por Ramírez y cols. en 1973 como con un tipo de nutrición mala y muy mala, (Ramos-Elorduy et al., 2002) por lo que si se ingiere un insecto contaminado, existe la posibilidad de que se desencadene una transmisión oral de la enfermedad de Chagas, tal como sugieren diferentes reportes de consumo de alimentos infectados. (Añez et al., 2013)(Beilkisyolé et al., 2010)(Díaz & González, 2014b)(Rueda et al., 2014)

Sin embargo, independientemente de la desnutrición, cabe señalar la importancia que desempeñan los usos y costumbres de la población como costumbre alimentaria, que también explica la entomofagia, existiendo incluso ferias gastronómicas en las que se ofrecen insectos en diversas preparaciones.

Pregunta de Investigación

¿Es la entomofagia un factor de riesgo para la transmisión de *T. cruzi* por vía oral?

4. Justificación

La enfermedad de Chagas, ocasionada por el parásito intracelular *Trypanosoma cruzi*, está considerada como un problema de salud pública en Latinoamérica, siendo endémica de la región; y como una enfermedad emergente en Estados Unidos, Canadá, países europeos y asiáticos. Se estima que existen aproximadamente 10 millones de personas infectadas en el mundo, además de más de 80 millones en riesgo de contraer la enfermedad de Chagas en Latinoamérica, lo que se traduce en una incidencia estimada de 40 mil nuevos casos por año, ocasionando alrededor de 12,500 muertes anuales debido a ésta enfermedad. (Carabarin-Lima et al., 2011).

Cabe señalar, que la fase crónica de la enfermedad, se presenta durante el período más productivo de la vida de la persona: el 30-40% de los infectados agudos progresan a la cronicidad, lo que significa, que cada uno de los individuos, abandonará un 25% del período de vida productiva, ocasionando una pérdida aproximada de US\$370/año/persona, es decir, US \$3,160,000,000 por año para la población, sin contar los gastos de terapia de soporte, los cuales se elevan a aproximadamente US \$126,154,000/año para su diagnóstico y tratamiento sintomático; gastos que se prevé se duplicarán en 25 años. (Ramsey et al., 2003)

A pesar de que diferentes iniciativas en países del Cono Sur en América han demostrado el gran costo-eficacia que representan los programas de prevención y control de la enfermedad de Chagas (según Aguilar 2001, ahorro de US\$24 por cada dólar invertido en la prevención), en México, es hasta el 2013 que se crea el

primer Programa de Acción Específica para la Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas, aunque, no contempla acciones específicas para descartar el subregistro ni para control de la transmisión por vía oral. (Ramsey et al., 2003),(Secretaría de Salud, 2013) Es hasta el 2020 que, en el Programa de Acción Específico de Control de enfermedades transmitidas por vectores e intoxicación por veneno de artrópodos Operativo, se establecen indicadores para la búsqueda del vector. (CENAPRECE, 2020)

Aunado al gran impacto económico anteriormente descrito, se agrega la entomofagia, es decir, el consumo de insectos, entre ellos, chinches (orden *Hemiptera*) que, según Ramírez y cols. en 1973, se explicaba por la desnutrición endémica del estado. (Ramos-Elorduy et al., 2002), aunque, un factor decisivo es también por usos y costumbres propias de la región, (González Viesca & Romero Contreras, 2009) independientemente de la desnutrición, existiendo incluso ferias gastronómicas en las que se ofrecen insectos en diversas preparaciones.

Además, del hábito de entomofagia, otro importante factor que contribuye a la infección por vía oral es la relación existente entre infección natural de las chinches *Triatominae* con *Trypanosoma cruzi*, y su presencia en casas habitación (Vidal-Acosta, Ibáñez-Bernal, & Martínez-Campos, 2000), potenciado por inadecuados hábitos higiénico-dietéticos.

Sin embargo, la mayoría de la bibliografía no marca una causa-efecto, sino más bien, factores relacionados, por lo que al comprobar en roedores la transmisión oral, se puede intentar extrapolar a las condiciones presentes en las comunidades, ya sea que por ingestión directa de los triatominos infectados naturalmente, por el consumo de alimentos o bebidas contaminados con heces fecales de triatominos

infectados naturalmente, o, por el consumo de carne de animal mal cocida (animales previamente parasitados), se lleve a cabo la transmisión de Enfermedad de Chagas por mecanismo oral.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

- Demostrar el riesgo de transmisión de *T. cruzi* por entomofagia de triatominos en una población murina.

5.2 Objetivos Específicos

- Demostrar la entomofagia en ratones
- Evaluar la infección experimental oral en ratones alimentados naturalmente con triatominos infectados con *T. cruzi* e inoculados intraesofágicamente.
- Estimar el riesgo de infección humana asociada a entomofagia de triatominos mediante encuestas..

7. Hipótesis

H₀: No existe relación entre la ingestión de triatominos infectados y la infección con *Trypanosoma cruzi*.

H₁: Existe relación entre la ingestión de triatominos infectados y la infección con *Trypanosoma cruzi*.

8. Material y Métodos

8.1 Diseño de estudio

Fase I

Transversal, se diseñó y aplicó una encuesta sobre entomofagia a población de zona endémica de Caltimacán, Hidalgo, estructurada. El instrumento se diseñó para la obtención de datos cuantitativos de entomofagia, que comprende de 17 reactivos, que analizan el conocimiento del vector, si practican entomofagia y diferentes formas de transmisión oral (Anexo 1). Dicho instrumento se piloteó en la comunidad de Santiago de Anaya, Actopan, Hidalgo, por presentar similitud con la población de Caltimacan, Tasquillo, Hidalgo tanto en el hábito de entomofagia, como en la endemicidad de la enfermedad de Chagas.

Fase II

Se trata de una fase experimental, para demostrar la causalidad de la entomofagia como vía de transmisión oral. Para ello, se inicia con comprobar que los ratones realizan entomofagia.

La prueba de entomofagia, se realizó en dos grupos de ratones, con triatomos vivos y muertos; colocando en cada caja un ratón y un triatomo.

Una vez demostrada la entomofagia, de manera aleatoria, se distribuyeron 4 ratones machos, cepa CD-1 en 4 grupos diferentes:

I. Grupo Infección Intraperitoneal: se instiló vía peritoneal a los ratones con una dosis conocida de 1×10^5 parásitos/ml de *T. cruzi*, cepa endémica de El Ahorcado, Hidalgo.

II. Grupo Infección Intragástrica: se administró vía intragástrica con cánula a los ratones, una dosis conocida de 1×10^5 parásitos/ml de *T. cruzi*, cepa endémica de El Ahorcado, Hidalgo.

III. Grupo Infección Natural: se alimentó a los ratones con chinches previamente infectadas por *T. cruzi*, cepa endémica de El Ahorcado, Hidalgo.

IV. Grupo Control: se inoculó vía intraperitoneal a los ratones con solución fisiológica.

Transcurridos 4 días de la inoculación, se analizó sangre periférica por medio de frotis de gota fresca, realizándolo cada 4 días. Además, se valoró la presencia de letargo y parálisis de las patas traseras, hasta por 60 días, señalando la fecha de defunción, cuando así sucedió antes del período.

Se tomó biopsia de miocardio al momento de fallecer los ratones, tanto en período de observación, así como al final de éste.

El análisis histopatológico de los ratones se llevó a cabo de acuerdo con el procedimiento de Melo y Brener. Se retiró corazón, fijando los tejidos con formaldehído al 10% y embebidos en parafina. Se tomaron 5 secciones de 7 mm de espesor, separados por intervalos de 50 y se tiñeron con hematoxilina y eosina. Las láminas fueron evaluadas para formas de amastigotes de *T. cruzi* por observaciones microscópicas con un aumento de 1.000x en 50 campos al azar.

8.2 Ubicación espacio temporal

Tiempo: junio 2016

Lugar: Caltimacán, Hidalgo

Persona: Residentes de Caltimacán Hidalgo, mayores de 12 años.

8.3 Selección de la población y muestra de estudio

Considerando que la población de la comunidad a estudiar cuenta con 1650 (CONAPO, 2015) personas se realizó el cálculo de la muestra, utilizando la fórmula de , calculado por el programa de Epi Info versión 7.1 obteniendo como resultado una muestra de 29 instrumentos aplicar Los valores utilizados para la fórmula son:

Z= Desviación del valor medio (1.96)

N= Población (1650 habitantes)

p = proporción esperada (1.94% seroprevalencia)

q = 1-p (0.9806)

d = margen de error máximo (0.05)

$$n = \frac{(1.96)^2 (1650) (0.0194) (0.9806)}{(0.05)^2 (1650-1) + (1.96)^2 \cdot (0.0194 \cdot 0.9806)}$$

$$n = \frac{(3.8416) (1650) (0.0194) (0.9806)}{(0.0025) (1649) + (3.8416) \cdot (0.01902364)}$$

$$n = \frac{(3.8416) (1650) (0.0194) (0.9806)}{4.865 + 0.07308121542}$$

$$n = \frac{120.58400545}{4.19558121542}$$

$$n = 28.74$$

n= 29

8.4 Criterios de inclusión

Fase I

- Residentes de Caltimacan, Tasquillo, Hidalgo
- Mayores de 12 años
- Parlantes de español
- Que aceptaran contestar la encuesta de entomofagia. En menores de 18 años, que aceptara contestar la encuesta de entomofagia el encuestado y su tutor legal.
- Que aceptaran se realizara la búsqueda peri-intradomiciliaria y/o intradomiciliaria de triatominos

Fase II

- Ratones machos CD-1
- Menores de 28 días de edad
- Previamente sanos, que no hubieran participado en otra investigación
- Criados en el bioterio de ICSa

Criterios de exclusión

Fase I: Que no firmaran el consentimiento informado

Fase II: Ratones hembras, mayores de 28 días

Criterios de eliminación

Fase I: Que manifiesten su deseo por ya no participar

Fase II: Ratones que fallecieron antes de la inoculación

8.5 Variables de estudio

Variable dependiente

Nombre	Definición conceptual	Operacional	Medición de Variable
Infección oral	Infección causada por <i>T. cruzi</i> , adquirido por la vía oral, luego de la ingesta de comidas o bebidas contaminadas	Presencia de <i>T. cruzi</i> en frotis sanguíneo	Frotis por gota fresca
Parálisis de patas traseras	Pérdida total o parcial de la capacidad de movimiento de una o más partes del cuerpo	Pérdida total o parcial de la capacidad de movimiento de una o dos patas traseras de los ratones	Dicotomía Si/No
Histopatología de miocardio positiva	Sección de un tejido biológico adherida sobre un portaobjetos y generalmente coloreada con alguna tinción específica para resaltar una parte de la estructura.	Miocardio de ratón con nidos de amastigotes de <i>T. cruzi</i>	Dicotomía Si/No

Variables independientes

Nombre	Definición conceptual	Operacional	Medición de Variable
Entomofagia	Ingesta de insectos y arácnidos, o artrópodos en general, como alimento para los humanos	Ingesta de triatominos	Dicotomía Si/No
Consumo de carne mal cocida	Ingesta de carne que no cumple con los requisitos adecuados de cocción	Ingesta de carne cruda, sancochada, o cocida sólo con limón	Dicotomía Si/No
Consumo de frutas sin lavar	Ingesta de frutas sin haber sido lavados con agua y jabón	Ingesta de frutos de la región sin haber sido lavados con agua y jabón	Dicotomía Si/No

8.6 Plan de análisis estadístico

Se utilizará la χ^2 de Pearson para dos muestras, utilizando valores de $p < 0.05$, a través del análisis con el software Epi Info 7.

Para realizar la estadística inferencial, se utilizará IC95%.

9. Aspectos bioéticos

Se envió el protocolo al encargado del CIEQUAL, para su aprobación, siendo aprobado por tratarse de una línea de investigación del proyecto de estudio de enfermedad de Chagas previamente aprobado.

10. Resultados

Fase I: Encuesta Entomofagia

Se entrevistaron un total de 32 personas, de las cuales, 23 son mujeres (72%), 9 son hombres (28%).

La edad de los participantes fue de los 13 a los 66 años, las medidas de tendencia central son edad promedio de 37.84 años, mediana de 39, moda de 40.

Más del 87% de los encuestados refiere conocer las chinches, aunque la mayoría no logra distinguir entre las diferentes especies que se les presenta (96.5%).

El 91% refiere practicar entomofagia de manera deliberada, siendo solamente el 9% (3 personas) que refieren no practicarla.

La entomofagia es generalmente de más de un insecto, siendo el shamue el más consumido (97%), posteriormente, chinicuiles (55%), chapulines (38), escamoles (24%) y gusano blanco (10%).

El consumo de carne cruda es nulo. En otras formas de preparación, sancochada: un 15% de los encuestados (6.25% una vez al año, 3.12% una vez al mes, y 6.25 una vez a la semana); cocción con limón, un 18.75% (12.5% una vez al mes, 6.25% 2-3 veces a la semana).

Fase II: Experimental

Para poder lograr la infección por vía oral, iniciamos con infectar los *triatóminos longipennis*, alimentándolos de un ratón previamente infectado (Ilustración 11, 12).



Ilustración 8. Infección de *T. longipennis*



Ilustración 9. Resguardo de *T. longipennis* infectadas

Sin embargo, hubo algunas chinches que no consumieron suficiente cantidad de sangre, o fallecieron antes de lograr la infección, por lo que tuvo que repetirse la infección natural de los triatominos (Tabla 10 y 11), ya que no eran suficientes ejemplares para realizar la distribución de ratones por grupos.

1.- Infección *T. longipennis*:

Número de chinche	Peso inicial (g)	Peso terminal (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo en ml	Cantidad inoculada (Cepa el Ahorcado)	Fecha de revisión y resultado		
						27/10/17 (14)	14/11/16 (32)	01/12/16 (49)
1	0.04	0.04	0	0	0	-	Muerta	
2	0.08	0.34	0.26	0.268	5.36×10^{-5}	-	-	Muerta
3	0.08	0.09	0.01	0.010	$2.06185567 \times 10^{-6}$	-	Muerta	
4	0.10	0.25	0.15	0.154	3.08×10^{-5}	-	-	+
5	0.11	0.18	0.07	0.072	$1.44329897 \times 10^{-5}$	-	-	+
6	0.08	0.16	0.08	0.082	$1.64948454 \times 10^{-5}$	-	-	+

Tabla 8. Infección natural de triatominos *longipennis* en laboratorio 13/10/16

Número de chinche	Peso inicial (g)	Peso terminal (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo en ml	Cantidad inoculada	Fecha de revisión y resultado	
						10/02/2017	20/02/2017
1	0.13	0.66	0.53	0.546		0.24 parásitos por campo	
2	0.06	0.12	0.06	0.061		0.18 parásitos por campo	
3	0.05	0.28	0.23	0.227		No defeca	No defeca
4	0.09	0.31	0.22	0.226		Muerta	
5	0.05	0.05	0	0	0	No defeca	No defeca

Tabla 9. Segunda infección natural de triatominos en laboratorio 19/01/17

2.- Entomofagia Experimental

De manera simultánea, ante la falta de bibliografía específica sobre entomofagia de triatominos en ratones, se inició a realizar pre-experimentos con modelo murino, dejando por 24 horas exposición del ratón a *triatomina mexicana* sana, encontrando que sólo se logró la entomofagia si la chinche se encontraba viva (Tabla 12) e ignorando al triatominio muerto, por lo que se decide repetir el pre-experimento utilizando únicamente triatominos vivos (Tabla 13), logrando la entomofagia en todos los ratones.

Núm Ratón	<i>T. mexicana</i>	Entomofagia (24hrs)
1	Viva	Sí
2	Viva	Sí
3	Muerta	No
4	Muerta	No

Tabla 10. Preexperimento de entomofagia en ratones

Núm Ratón	<i>T. mexicana</i>	Entomofagia (24hrs)
1	Viva	Sí
2	Viva	Sí
3	Viva	Sí

Tabla 11. Repetición de preexperimento de entomofagia en ratones

Utilizando el recién creado conocimiento de la entomofagia en ratones, se procedió a realizar el experimento de entomofagia con *triatominos longipennis* previamente infectados (Tabla 10), encontrando que los tres ratones realizan entomofagia, aunque en un mayor número de días (Tabla 14), así como el que todos los ratones presentan gota fresca positiva entre el día 9 y 13 posterior a la entomofagia, es decir la entomofagia en ratones es 100% comprobado, con el riesgo de transmisión de Chagas por vía oral es 1:1.

Núm Ratón	T. <i>longipennis</i>	Entomofagia: exposición 15/12/16	Fecha de revisión y resultado			
			21/12/16	23/12/16	30/12/16	03/01/17
1	4	17/12/2016 (2 días)	-	-	+	-
2	5	21/12/2016 (6 días)	No	-	+	-
3	6	21/12/2016 (6 días)	No	-	+	-

Tabla 12. Entomofagia con *T. longipennis* previamente infectadas cepa El Ahorcado

Para poder complementar el tamaño propuesto inicialmente del grupo de estudio, se realizó nuevo experimento de entomofagia, con *Rhodnius prolixus*, (Tabla 15), de ellas, no fue posible verificar la parasitemia ya que no evacuaron. Sin embargo, se llevó a cabo la entomofagia el mismo día que hubo la exposición en ratones. Se realizó gota fresca hasta día 34, sin encontrar parasitemia, por lo que

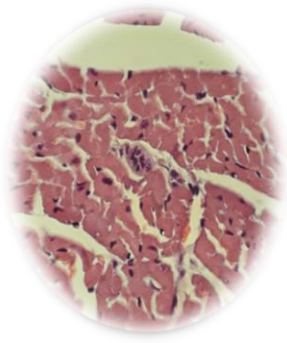
se procede a sacrificar el modelo murino y realizar biopsia de corazón y análisis histopatológico. (Ilustración 13 y 14)

Núm Ratón	<i>R. prolixus</i>	Entomofagia	Fecha de revisión y resultado		
			01/02/17 (8)	15/02/17 (22)	27/02/12 (34)
1	Previamente revisada	24/01/2017 (1 día)	-	-	-
2	Previamente revisada	24/01/2017 (1 día)	-	-	-
3	No revisada	24/01/2017 (1 día)	-	-	-
4	No revisada	24/01/2017 (1 día)	-	-	-

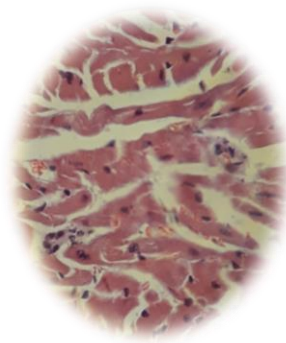
Tabla 13. Experimento de entomofagia con *R. prolixus* cepa Cacateco



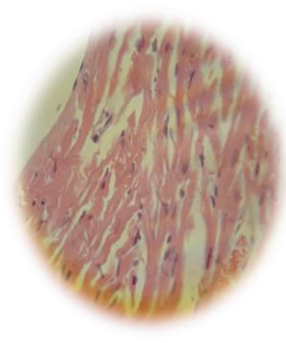
Ilustración 10.- Sacrificio de modelo murino, con cardiomegalia



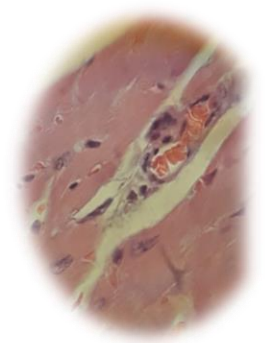
Miocardio ratón B1,
Nido de amastigotes a



Miocardio ratón B2,
Nido de amastigotes a



Miocardio ratón B3,
Nido de amastigotes a

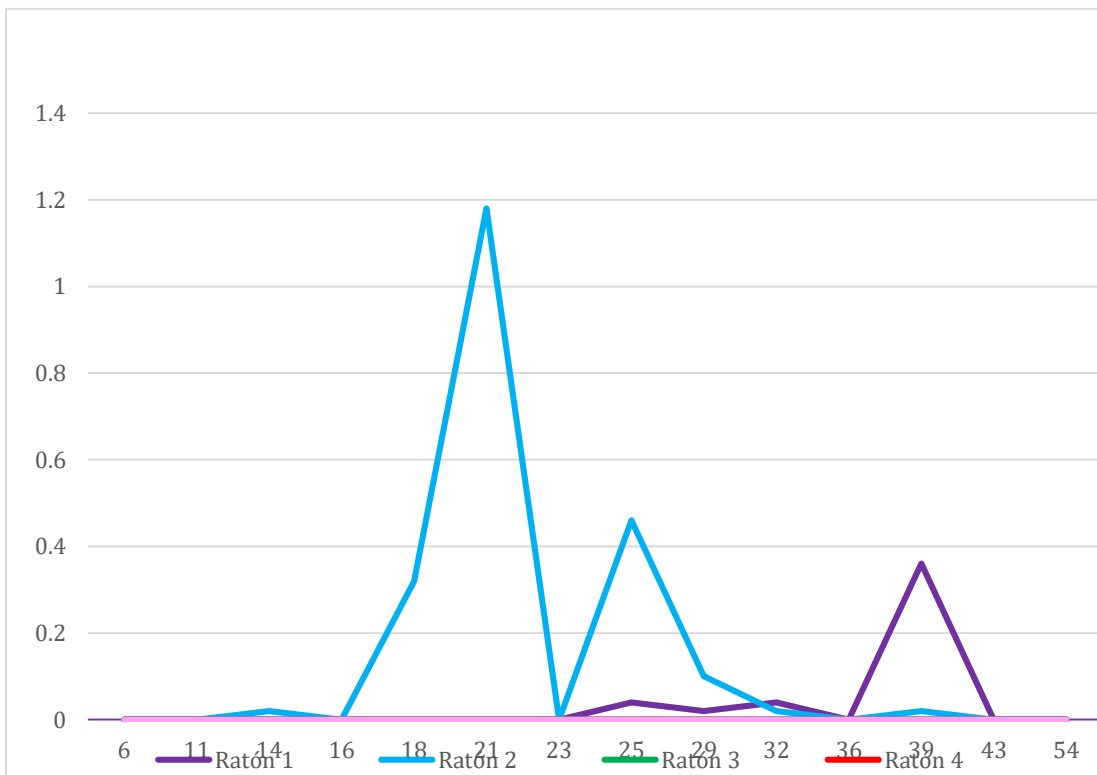


Miocardio ratón B3,
Nido de amastigotes a

Ilustración 11. Resultados histopatológicos de ratones que realizaron entomofagia, gota gruesa negativa.

El conjunto de ambos grupos de ratones que realizó entomofagia se representa en la Gráfica 2, observando que son diferentes los picos de parasitemia en todos ellos, así como incluso una distribución no homogénea en los días de picos de parasitemia, incluso, sin encontrar positividad en los últimos 4 ratones.

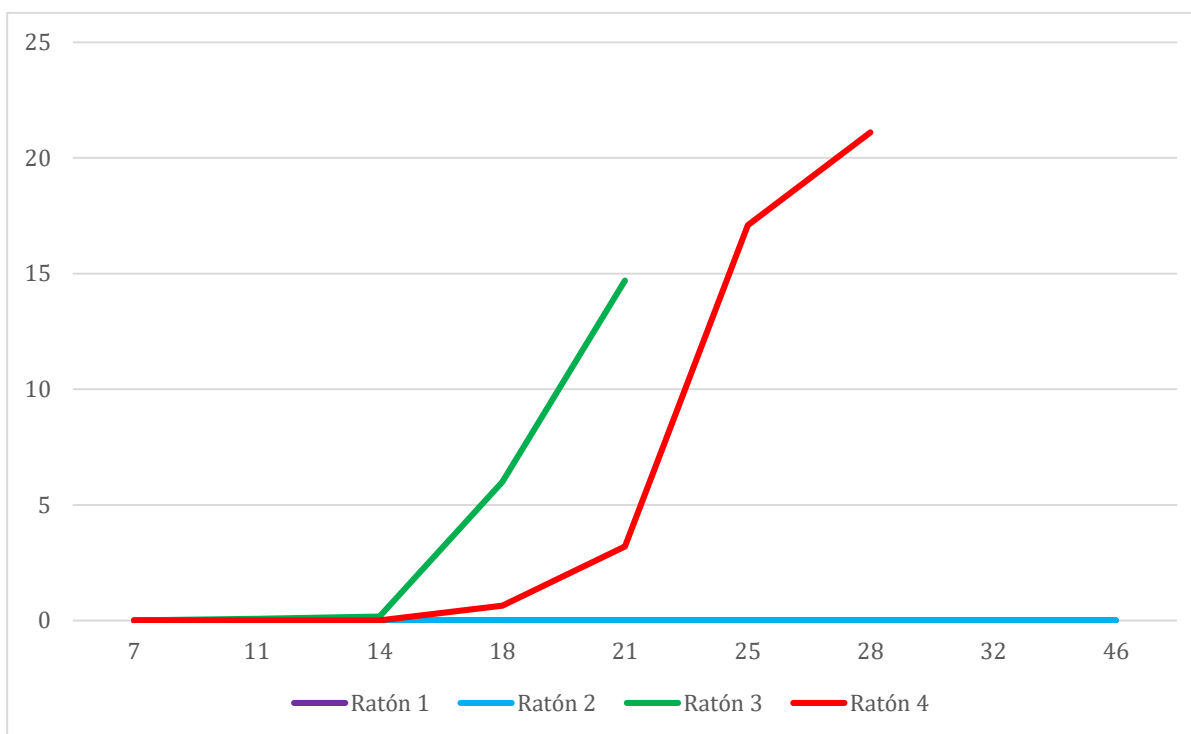
Gráfica 2. Parásitos por campo en ratones que realizaron entomofagia con triatomínos experimentalmente infectados por T. cruzi



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de bitácora de trabajo

El grupo de ratones infectados vía intraesofágica (Gráfica 3), también presenta gota fresca positiva, sin embargo, dos ratones presentan parasitemia tan baja que no se alcanza a graficar, y siendo en diferentes días la presentación de positividad.

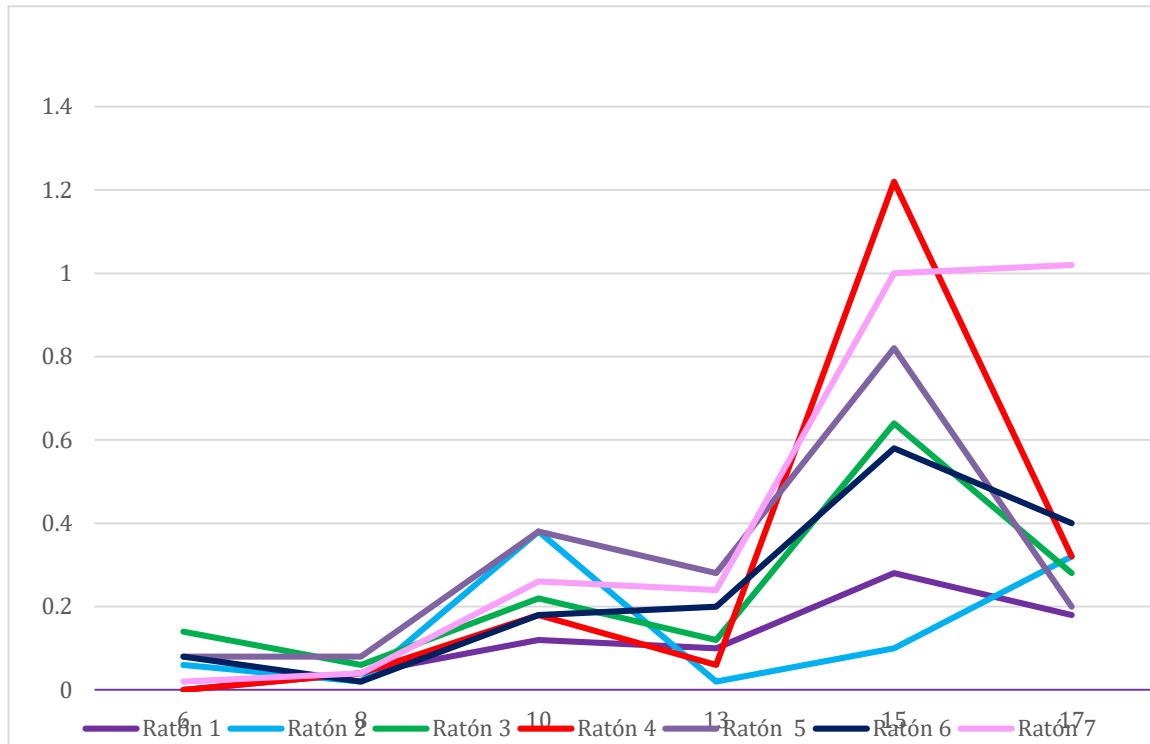
Gráfica 3. parásitos por campo en ratones inoculados vía intraesofágica con *T. cruzi*



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de bitácora de trabajo

En contraste, en el grupo de ratones inoculados por vía intraperitoneal con *T. cruzi* (Gráfica 4), es coincidente el día de pico máximo de parasitemia, aunque varía la cantidad de parásitos por campo. Cabe señalar que se trata de la misma cepa que se utilizó en el primer experimento de entomofagia y en el de vía intraesofágica.

Gráfica 4. Parásitos por campo en ratones inoculados vía intraperitoneal con T. cruzi



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de bitácora de trabajo

El grupo control, en el que se inocularon los ratones con solución salina vía intraperitoneal, fue negativo tanto en parasitemias como en cortes histológicos.

Por lo anteriormente expuesto, se resalta que el riesgo de infección, en caso de consumo de chinche infectada es de 1:1.

Considerando que es significativamente estadístico que la población consume el shamue, y considerando la infección natural de 6.15%, existe un riesgo de consumir una chinche infectada es de 1:0.6.

11. Discusión

A pesar de que el Manual de Procedimientos para la Enfermedad de Chagas en México, 2019, señala que no se han documentado casos por vía oral en el país, existe el reporte histórico, el cual es único, de un brote de Enfermedad de Chagas transmitida por vía oral en Jalisco, en los años 80's, aunque no especifica ni la incidencia ni la mortalidad. (Beilkisyolé et al., 2010).

Sin embargo, en dicho manual de procedimientos, también se señala que en diferentes países de América del Sur se han presentado brotes importantes por contaminación de alimentos o bebidas con deyecciones o trituración de vectores infectados, como también lo reportan diversos autores. También señala la posibilidad de entomofagia por usos y costumbres. (CENAPRECE, 2019) Así mismo, también diferentes autores coinciden en señalar que la información registrada puede ser subestimada, y que debe ser considerada como un mecanismo de transmisión reemergente, tanto para áreas urbanas como para áreas rurales, ya que la agresividad en morbilidad y mortalidad es mayor en transmisión por vía oral. (Díaz & González, 2014b),(Carabarin-Lima et al., 2011)

Ésta nueva información se engarza con el reconocimiento de la OMS quien afirma que para lograr el control y eliminación de la enfermedad de Chagas, es necesario abordar todas las vías de transmisión (Organización Mundial de la Salud, 2010). Por tanto, se hace necesario implementar medidas de vigilancia para detectar los casos de manera temprana e implementar estrategias de control y prevención (Díaz & González, 2014b)

Cabe señalar que los resultados de implementar un programa preventivo (control químico y educativo) se traducirán en un descenso vectorial hasta después de 15 años, y una reducción significativa tras 25 años. Con ello, se espera reducir en un 98% la incidencia por transmisión vectorial en 10 años (Ramsey et al., 2003) que es la principal forma de transmisión, y que por lo tanto, es posible que en futuro no tan lejano, se presente una modificación en el panorama epidemiológico de la enfermedad de Chagas, como mecanismo reemergente de transmisión, ya que se ha demostrado en los diferentes brotes reportados en países sudamericanos que en áreas donde se cuenta con control vectorial intradomiciliario, se han presentado casos de transmisión de *T. cruzi* por vía oral, por cambios ambientales como deforestación, calentamiento global, invasión de los humanos a los ecotopos, y desplazamiento de los vectores y reservorios de *T. cruzi* a nuevas zonas. (Rueda et al., 2014)

Además, el Programa de Acción Específico para la Vigilancia, Prevención y Control de la enfermedad de Chagas 2013-2018 sólo se centra en dos grandes objetivos: el control de la transmisión intradomiciliar y la eliminación de la transmisión transfusional y congénita (Secretaría de Salud, 2013).

Por lo antes expuesto se propone investigar en la población la transmisión oral por entomofagia, ya que el consumo de insectos, entre ellos, chinches (orden Hemiptera) que, según Ramírez y cols. en 1973, se explicaba por la desnutrición endémica del estado (Ramos-Elorduy et al., 2002), aunque, un factor decisivo es también por usos y costumbres propias de la región (González Viesca & Romero Contreras, 2009) independientemente de la desnutrición, existiendo incluso ferias gastronómicas en las que se ofrecen insectos en diversas preparaciones, y

encontrando en la encuesta realizada en la investigación, que a pesar de existir la accesibilidad a otro tipo de alimentos, los habitantes de Caltimacán realizan entomofagia por decisión propia, y de más de una especie de insecto.

A pesar de los múltiples reportes de microepidemias en los últimos 30 años en países de América del Sur, la mayoría de la bibliografía no marca una causa-efecto, sino más bien, factores relacionados. Por ello, al comprobar en roedores la transmisión oral, se puede extrapolar a las condiciones presentes en las comunidades, ya sea que por ingestión directa de los triatominos infectados naturalmente, por el consumo de alimentos o bebidas contaminados con heces fecales de triatominos infectados naturalmente. Es así como se lleva a cabo la transmisión de Enfermedad de Chagas por mecanismo oral, tal y como se demostró en el modelo murino al desarrollar infección aguda y crónica al realizar entomofagia y por instilación por vía intraesofágica.

12. Conclusiones

La infección por *T. cruzi* en el modelo murino es posible por vía oral tanto por instilación vía intraesofágica como por entomofagia (de triatomino vivos infectados), aunque la cantidad de parásitos por campo y el pico máximo de parasitemia en días, varía dependiendo de cada especie de triatomo.

En todos los ratones que realizaron entomofagia con triatomino positivos a *T. cruzi* se demuestra la infección, ya que en los que la parasitemia fue negativa, se realizaron cortes histológicos que demostraron nidos de amastigotes en miocardio.

La entomofagia de triatomino infectados puede desencadenar cuadro agudo de enfermedad de Chagas en ratones, así como progresión hacia cuadro crónico, por lo que también es factible que suceda en humanos que realicen entomofagia de triatomino infectados.

La Entomofagia es una práctica común en Calimacán por usos y costumbres (91%), sin embargo, no todas las personas que colectan los shamues tienen la experiencia en identificar la diferencia entre shamues y triatomino vectores de la enfermedad de Chagas (96.5%), por lo que existe el riesgo de confusión de especímenes endémicos de la región al realizar la colecta, y consumir por error triatomino infectados, estando así en riesgo de transmisión de enfermedad por vía oral, tanto en fase aguda como crónica, hasta en un 1:1 de casos, por lo que se debe considerar un factor de riesgo, descartándose que sea por consumo de carne cruda o mal cocida, ya que no se encontró presente dicho consumo.

Finalmente, debido a la poca información existente de reporte de casos humanos de enfermedad de Chagas por vía oral, y a que no sería ético exponer de manera experimental a las personas a entomofagia con triatominos infectados para investigar si el experimento realizado en modelo murino tiene los mismos resultados que en población humana, se puede considerar la posibilidad de que se encuentren los mismos resultados, aunque también pueden intervenir otros factores para la adquisición de Chagas oral en las personas que habitan o visitan las zonas endémicas, no sólo la entomofagia, ya que también es común que no se tapen alimentos y bebidas preparadas durante el día para consumirse al día siguiente y el no lavar alimentos como frutas y verduras que pueden ser contaminados por la deyección de los triatóminos infectados o de animales reservorios intermedios intradomiciliarios, peridomiciliarios o de la vida salvaje que tienen interacción nocturna intradomiciliaria, sin considerar además que la patogenicidad de *T.cruzi* varía dependiendo de la zona específica, así como de la gran diversidad de especies vectoras de la enfermedad de Chagas.

Por todo lo anteriormente descrito, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, ya que existe relación entre la ingesta de triatominos infectados y la infección con *Trypanosoma cruzi*.

13. Recomendaciones

Es necesario sensibilizar a la población de las zonas endémicas de enfermedad de Chagas sobre los beneficios personales y comunitarios que les conlleva el lograr un adecuado control vectorial intradomiciliario y peridomiciliario, y así evitar o disminuir el riesgo de las enfermedades transmitidas por vector, como lo es la enfermedad de Chagas, tanto de mecanismo de transmisión oral y vectorial, por lo que impactar en la protección primaria a través de educación para la salud es fundamental, enfatizando en el saneamiento y el ordenamiento y mejora de la vivienda: como lo es la estrategia de descacharrización y patio limpio, alejar los animales de crianza del peridomicilio, cambiar el techo del domicilio de materiales provisionales a materiales duraderos, pintar de colores claros o encalar las paredes del interior de la vivienda, resanar fisuras y grietas, evitar que ingresen animales a las habitaciones destinadas a almacenar alimentos, preparar alimentos y dormir; procurar que la leña no se almacene en el interior del domicilio, y realizar movimiento periódico de ésta: evitar colgar de manera excesiva objetos en las paredes y realizar una rotación de éstos de manera frecuente: uso de mosquiteros en puertas y ventanas, uso de pabellones mosquiteros en las camas y cunas, separar la cama 15cm de la pared, tapar alimentos y bebidas que serán consumidos por humanos y lavar frutas y verduras previo a utilizarse.

Sin embargo, ya que el mejoramiento de la vivienda, no es responsabilidad directa del sector salud, depende en gran medida de la buena voluntad de la población de adoptar éstas medidas, pero también en gran parte, de contar con

recursos económicos para poder lograrlo, por lo que también es necesario incluir a otros sectores gubernamentales para lograr la disminución de la pobreza y evitar enfermedades transmitidas por vectores.

Ya que la práctica de la entomofagia actualmente está más ligada a usos y costumbres, no se logrará erradicarla a corto o mediano plazo, por lo que es menester educar a la población de zonas endémicas sobre las claves entomológicas que permitan diferenciar entre triatominos vectores de la enfermedad de Chagas, y los shamues. Por lo tanto, es necesario iniciar con éste entrenamiento en claves entomológicas a personal de salud, pudiendo apoyarse del personal de entomología de los Laboratorios Estatales.

A pesar de que la prevención primaria es la clave para evitar la transmisión de la enfermedad, también es de suma importancia la prevención secundaria, por lo que es igual de importante que el personal de salud que labora en zonas endémicas conozca la definición operacional de caso agudo de enfermedad de Chagas, pensando en la posibilidad de transmisión oral, a través de presentarles en las sesiones académicas, los reportes de caso de intoxicación por Chagas oral de países sudamericanos, para que conozcan formas menos frecuentes pero más letales de la presentación de la enfermedad.

Así mismo, otro eslabón de la prevención secundaria es continuar desarrollando tecnología, para así lograr tener en las zonas endémicas, pruebas rápidas sensibles, específicas, asequibles y fáciles de manipular, incluso vacunas que permitan inmunización sostenida, aunque estando conscientes de la

complejidad que conlleva el desarrollo de ésta, y que no será posible en breve, ya que a pesar de que la vacuna Cruzivax se encuentra en una primera fase de ensayo clínicos en humanos en Argentina, además de deber esperar a que se finalicen con éstas fases de experimentación, es necesario asegurar que sea útil para las diferentes cepas de *T.cruzi* existentes en el territorio nacional.

También, es necesario incentivar la publicación de los casos encontrados, independientemente de si se trata de un Instituto, centro de investigación, hospital de zona, centro de salud o consultorio privado, ya que el contar con datos propios de zonas endémicas del territorio nacional, es de gran importancia científica, ya que ésto permite contar con información propia y fidedigna de las características clínicas de los pacientes, la seropositividad nacional real, distribución de los triatominos y su positividad a *T. cruzi*, así como las características de las Unidades Discretas de Tipificación de *T. cruzi*, para así poder fortalecer los Programas Operativos de instituciones de salud y dirigir el recurso económico para investigación de campo y de laboratorio, y así poder impactar en la disminución de la enfermedad de Chagas.

14. Limitaciones

Dentro de las limitaciones es que no se cuenta con estudios sobre la parasitemia en xamues, así como tampoco publicaciones nacionales sobre Enfermedad de Chagas por vía oral, ni actualización de la encuesta seroepidemiológica nacional, por lo que no es posible realizar la extrapolación de los datos obtenidos en el modelo experimental y los encontrados en la encuesta de entomofagia.

Además, al no existir un amplio banco de triatominos en el laboratorio de investigación, y su alta mortalidad, fue necesario realizar los grupos de estudio en cantidades menores a las previstas inicialmente, y en diferentes momentos, para lograr obtener un grupo de estudio parecido al inicialmente señalado.

15. Materiales y Presupuesto

Recursos humanos:

Descripción	Cantidad
Maestrante en Salud Pública	1

Recursos físicos:

Descripción	Cantidad
Laboratorio de Microbiología y Parasitología	1

Recursos materiales y técnicos:

Descripción	Cantidad
Ratones CD-1, hembras, de 21 a 28 días de edad	20
Alimento para roedores	1 paquete
Agua	25 L
Caja o jaula	3
Viruta de madera	1 paquete
Bebedores de policarbonato	3
Microscopio de laboratorio, digital, recto, monocular	1
Portaobjetos	17 paquetes (50U c/u)
Tijeras quirúrgicas	1

16. Referencias bibliográficas

- Añez, N., Crisante, G., Rojas, A., & Dávila, D. (2013). Brote de enfermedad de Chagas agudo de posible transmisión oral en Mérida, Venezuela. *Bol. Mal. Salud Amb.*, LIII(1), 1–11.
- Ballinas-Verdugo, M. A., López-Olmos, V., & Vallejo, M. (2011). La búsqueda de anticuerpos contra *T. cruzi* en migrantes de zonas endémicas, una medida de prevención contra la enfermedad de Chagas. *Arch Cardiol Mex*, 81(1), 66–67.
- Becerril-Flores, M. A., Rangel-Flores, E., Imbert-Palafox, J. L., Gómez-Gómez, J. V., & Figueroa-Gutiérrez, A. H. (2007). Human infection and risk of transmission of Chagas disease in Hidalgo State, Mexico. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(2), 318–323.
- Becerril, M. A., Vidal, A.-P., Cr, N.-G. J., & L, I.-P. J. (2010). Riesgo de Transmisión de *Trypanosoma cruzi* en el Municipio de Metztlán , Estado de Hidalgo , México , Mediante la Caracterización de Unidades Domiciliares y sus Índices Entomológicos. *Neotropical Entomology*, 39(5), 810–817.
- Beilkisyolé, A. D. N., Colmenares, C., Ruiz-Guevara, R., & Noya, O. (2010). La transmisión oral en la enfermedad de Chagas. *Revista de La Facultad de Medicina*, 33(2), 78–86.
- Belaunzarán, M. L. (2015). Enfermedad de Chagas: globalización y nuevas esperanzas para su cura. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(2), 85–87. <http://doi.org/10.1016/j.ram.2015.04.001>
- Carabarin-Lima, A., González-Vázquez, M. C., Baylon-Pacheco, L., & Rosales-Encina, J. L. (2011). Enfermedad de Chagas: una enfermedad olvidada. *Elementos*, 84(1), 5–11.
- CENAPRECE. (2015). MANUAL DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS.
- CENAPRECE. (2019). MANUAL DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DE CHAGA
- CENAPRECE (2020). Programa de Acción Específico de Control de enfermedades transmitidas por vectores e intoxicación por veneno de artrópodos 2020-2024
- de Haro Arteaga, I. (2003). Algunos hechos históricos relacionados con la Enfermedad de Chagas. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 50(2), 109–112.
- Diario Oficial de la Federación. (2014). NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores.
- Díaz, M. L., & González, C. I. (2014a). Enfermedad de Chagas agudo: transmisión oral de *Trypanosoma cruzi* como una vía de transmisión re-emergente. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, 46(2), 177–188.
- Díaz, M. L., & González, C. I. (2014b). Enfermedad de Chagas agudo: transmisión oral de *Trypanosoma cruzi* como una vía de transmisión re-emergente. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, 46(2), 177–188.
- Dirección General de Epidemiología. (2018). Boletín Epidemiológico Semana 52. México.

- Flores-Chávez, M., Cruz, I., Rodríguez, M., Nieto, J., Franco, E., Gárate, T., & Cañavate, C. (2010). Comparación de técnicas serológicas convencionales y no convencionales para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas importada en España. *Enfermedades Infecciosas Y Microbiología Clínica*, 28(5), 284–293. <http://doi.org/10.1016/j.eimc.2009.07.005>
- Gobierno Federal. (n.d.). Secretaría de Desarrollo Social.
- Gómez Gómez, J. V., Muñoz Juárez, S., & Ortiz Espinosa, R. M. (2006). Prevalencia de seropositividad a *T. cruzi* en Hidalgo: algunas características de las viviendas y la convivencia con animales domésticos. *Rev Fac Med UNAM*, 49(5), 190–193.
- González Viesca, C. F., & Romero Contreras, A. T. (2009). La entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, 16, 57–83.
- InDRE. (2015). Lineamientos para la vigilancia epidemiológica de Chagas por laboratorio.
- INEGI. (2009). Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Retrieved from http://www.ciemad.ipn.mx/Eventos/Documents/pdf/30_Aniversario_CIIEMAD/02JUNIO2014/04_02JUNIO2014.pdf
- Marin-Neto, J. A., & Rassi Jr, A. (2009). Actualización sobre la cardiopatía de la enfermedad de Chagas en el primer centenario de su descubrimiento. *Revista Española de Cardiología*, 62(11), 1211–1216. [http://doi.org/10.1016/S0300-8932\(09\)73071-4](http://doi.org/10.1016/S0300-8932(09)73071-4)
- Monteón, V. M., Reyes-López, P. A., Sosa-Palacio, A., León-Tello, G., Martínez-Murguía, J., & Sosa-Jurado, F. (2005). Distribución heterogénea de la prevalencia de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre en Puebla, México. *Salud Publica de Mexico*, 47(2), 116–125. <http://doi.org/10.1590/S0036-36342005000200005>
- Organización Mundial de la Salud. (2010). 63a Asamblea Mundial de la Salud. Enfermedad de Chagas: control y eliminación. Retrieved from http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA63-REC1/A63_REC1-sp.pdf
- Pereira Nunes, M. C., Dones, W., Morillo, C. A., Encina, J. J., & Ribeiro, A. L. (2013). Chagas Disease: An Overview of Clinical and Epidemiological Aspects. *Journal of the American College of Cardiology*, 62(9), 767–776. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.046>
- Pérez, C. de J., Orjuela, A., Vanegas, D. I., & Montenegro, J. de J. (2007). Etiología, fisiopatología e inmunología de la enfermedad de Chagas. In F. Rosas, D. Vanegas, & M. Cabrales (Eds.), *Enfermedad de Chagas* (1a ed., pp. 15–19). Colombia: Panamericana Formas e Impresos. <http://doi.org/10.1016/j.rce.2010.02.005>
- Ramos-Elorduy, J., Pino Moreno, J. M., & Moralesde León, J. (2002). ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL, VITAMINAS Y NUTRIMENTOS INORGÁNICOS DE INSECTOS CONSUMIDOS EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO. *Folia Entomol*, 41(1), 15–29.
- Ramsey, J. M., Ordoñez, R., Tello-López, A., Pohls, J., Sánchez-Cordero, V., & Peterson, A. (2003). Actualidades sobre la enfermedad de Chagas en Mexico. *Iniciativa Para La Vigilancia Y El Control de La Enfermedad de Chagas*, 85–103.
- Rueda, K., Trujillo, J. E., Carranza, J. C., & Vallejo, G. A. (2014). Transmisión oral de *Trypanosoma cruzi*: una nueva situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas en Colombia y otros países suramericanos. *Biomédica*, 34, 631–641. <http://doi.org/10.7705/biomedica.v34i4.2204>

- Salazar-Schettino, P. M., Rojas-Wastavino, G. E., Cabrera-Bravo, M., Bucio-Torres, M. I., Martínez-Ibarra, J. A., Monroy-Escobar, M. C., ... Elia, T.-G. (2010). Revisión de 13 especies de la familia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectores de la enfermedad de Chagas, en México. *Official Journal of the Selva Andina Research Society.*, 1(1), 57–80.
- Secretaría de Salud, M. (2013). Programa de Acción Específico Prevención y control de la Enfermedad de Chagas.
- Solórzano-Santos, F. (2008). Enfermedad de Chagas en el siglo XXI. Un panorama histórico. *Bol Med Hosp Infant Mex*, 65, 3–5.
- Velasco-Castrejón, Ó., & Rivas-Sánchez, B. (2008). Apuntes para la historia de la enfermedad de Chagas en México. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 65(1), 57–79.
- Vidal-Acosta, V., Ibáñez-Bernal, S., & Martínez-Campos, C. (2000). Infección natural de chinches Triatominae con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México*, 42(6), 496–503. <http://doi.org/10.1590/S0036-36342000000600005>

18. Anexos

Anexo 1.- Encuesta de entomofagia

Encuesta sobre Hábito de Entomofagia		Fecha de realización de la encuesta
		<input type="text"/>
Nombre	Edad en años	Sexo
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Usted, ¿conoce las chinches? (Utilizar imagen) En caso afirmativo, anotar cuáles conoce.		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
¿Con qué frecuencia come en su casa?		
<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	
¿Con qué frecuencia come en casa de otras personas?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	
¿Con qué frecuencia come en establecimiento de comida?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	
¿Con qué frecuencia come en la calle?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	
Usted, ¿Ha consumido insectos deliberadamente? En caso afirmativo, anotar cuáles ha consumido.		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
¿Con qué frecuencia consume insectos?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año
¿Con qué frecuencia consume verduras?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	
¿Con qué frecuencia consume frutas?		
<input type="radio"/> Diario	<input type="radio"/> 4-6 veces a la semana	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> 1 vez a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al mes	
<input type="radio"/> 2-3 veces a la semana	<input type="radio"/> 1 vez al año	

¿Con qué frecuencia consume carne?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

¿Qué tipo de carne consume?

- Res Pescado Pollo
 Ardilla Cerdo Jabalí
 Armadillo Tlacuache Otro Especificar:

La carne que consume, ¿qué tan frecuentemente es cocida con limón como forma de preparación?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

La carne que consume, ¿qué tan frecuentemente es hervida como forma de preparación?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

La carne que consume, ¿qué tan frecuentemente es frita como forma de preparación?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

La carne que consume, ¿qué tan frecuentemente es sancochada como forma de preparación?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

La carne que consume, ¿qué tan frecuentemente es cruda?

- Diario 4-6 veces a la semana Nunca
 1 vez a la semana 1 vez al mes
 2-3 veces a la semana 1 vez al año

¿Qué tipo de éstos alimentos consume crudos? En caso afirmativo, especificar cuáles.

- Frutas Especificar:
 Verduras Especificar:
 Otros Especificar: